



GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO BIM EM ORGANIZAÇÕES E PROJETOS

Cláudio Alexandre dos Santos Gomes

Relatório de Estágio para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia
Civil – Ramo de Estruturas

Orientador: Eng.º Ricardo Manuel Pereira Santos

Supervisor: Eng.º José Carlos Basto Lino

Instituto Superior de Engenharia do Porto

23 de outubro de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço à *Building Information Modelling & Management Solutions* (BIMMS), à Newton – Consultores de Engenharia, e a todos os seus colaboradores, em especial ao Eng. José Carlos Lino por me ter proporcionado uma oportunidade única que me permitiu adquirir novos conhecimentos e aptidões, num ambiente profissional inigualável.

Ao Eng. Ricardo Pereira Santos pela sua disponibilidade em orientar o meu trabalho de forma coordenada com o Eng. José Carlos Lino.

Ao Eng. Diogo Rodrigo Ribeiro do ISEP que tudo fez para tornar possível a realização do estágio curricular na BIMMS.

A todos os colegas que estagiaram comigo e que de diversas formas conseguiram incentivar-me a atingir os meus objetivos e que honestamente permitiram também que eu os auxiliasse nos seus trabalhos.

Por último, a toda a minha família em especial à minha namorada Enf. Mónica Almeida que desde sempre me acompanhou e nunca me deixou desistir durante todo este percurso académico.

A todos eles os meus sinceros agradecimentos pelo seu contributo em ultrapassar mais uma importante fase da minha vida!

RESUMO E PALAVRAS-CHAVE

A adoção da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) é vista como um processo transformador que engloba as empresas e os seus projetos e, em última instância, toda a Indústria da Construção Civil. Devido ao facto de que o BIM é um complexo sistema cuja implementação tem impactos sociais, técnicos e metodológicos, este tema há já alguns anos que tem sido alvo de pesquisas com o objetivo primordial de difundir as práticas associadas ao BIM nas empresas, nos seus projetos, e na indústria. Um pouco por todo mundo, várias iniciativas de entidades públicas e privadas, governamentais e não-governamentais, têm produzido guias, normas, manuais e outros documentos que funcionam como um motor propulsor da implementação BIM.

O presente trabalho contém a proposta de um Guia de Implementação da Metodologia BIM, desenvolvido no contexto do um estágio curricular levado a cabo na empresa *Building Information Modeling & Management Solutions* (BIMMS) e que resultou do estudo e adaptação de alguns dos mais conceituados guias, normas e manuais BIM existentes e em vigor noutros países. Este documento de carácter técnico e prático foi concebido para servir o propósito de auxiliar gabinetes de Engenharia, Arquitetura, e empresas de Construção na integração do BIM na sua atividade e foi elaborado com o intuito de poder ser divulgado e utilizado como referência a nível nacional.

Palavras-Chave: Building Information Modeling (BIM); Implementação BIM; Guias BIM; Normalização BIM; Manuais BIM.

KEYWORDS & ABSTRACT

BIM (*Building Information Modeling*) adoption has been seen as a transformative process which includes companies and its projects as well as all the construction industry. Due the fact that BIM is a complex system whose implementation has social, technical, and methodological impacts, this theme, has already been considered, through the last years on several researches, with the primordial objective of diffuse the practices associated with BIM. All over the world, several initiatives of public and private, governmental and non-governmental entities, has produced guides, standards, manuals, or other documents that have been contributed to BIM's implementation.

The presented work contains a BIM Methodology Implementation Guide, developed in the curriculum traineeship context carried out in the company Building Information Modelling & Management Solutions (BIMMS) which results from the study and adaptation of the several BIM Guides, Standards and Manuals deployed all over the world. This document has a technical and practical approach to serve the purpose of assist Engineer, Architectural offices, and Construction companies in integrating BIM in its activities and has been elaborated with the intention to be considered on a BIM's implementation at a national level.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); BIM Implementation; BIM Guides; BIM Standards; BIM Manuals.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	3
RESUMO E PALAVRAS-CHAVE.....	5
KEYWORDS & ABSTRACT	7
ÍNDICE	9
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE QUADROS.....	17
ACRÔNIMOS.....	19
GLOSSÁRIO DE DEFINIÇÕES.....	21
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. DESCRIÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA DE ESTÁGIO NO CONTEXTO ATUAL	1
1.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. PERSPETIVA HISTÓRICA E TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	
7	
2.2. BENEFÍCIOS/VANTAGENS DA METODOLOGIA BIM	9
2.2.1. Um Caso Prático – Vilnius Municipal Center (Lituânia - 2004)	13
2.3. OBSTÁCULOS E PROBLEMAS QUE SE OPÕEM À IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	15
2.4. DINÂMICAS DE DIFUSÃO DO BIM	16
2.4.1. Top-Down.....	16
2.4.2. Bottom-Up.....	17
2.4.3. Middle-Out	17
2.5. FATORES CRÍTICOS PARA IMPLEMENTAR O BIM COM SUCESSO	19

2.6.	FATORES DE INCENTIVO À IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	22
2.7.	INICIATIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM. GUIAS, NORMAS E GUIDELINES BIM.....	24
2.7.1.	Austrália e Nova Zelândia	25
2.7.2.	Brasil.....	41
2.7.3.	China	43
2.7.4.	Singapura	47
2.7.5.	Estados Unidos.....	57
2.7.6.	Reino Unido	70
3.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO DE CONTEXTUALIZAÇÃO À METODOLOGIA BIM.....	77
3.1.	IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DO GUIA	77
3.2.	MODELAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE UM EDIFÍCIO	78
3.3.	PROGRAMAÇÃO DE UM ADDIN PARA AUTOCAD®	80
4.	GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM.....	85
4.1.	INICIATIVA E PROPÓSITO	85
4.2.	ÂMBITO E ESTRUTURA.....	86
4.3.	IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ORGANIZAÇÃO	86
4.3.1.	Componentes da Implementação BIM	90
4.3.2.	Planeamento Estratégico	94
4.3.3.	Planeamento Detalhado e Execução	119
4.3.4.	BIM Marketing.....	135
4.3.5.	Fatores-chave para o sucesso da implementação organizacional.....	141
4.4.	IMPLEMENTAÇÃO BIM EM PROJETO	142
4.4.1.	Procedimento de Implementação BIM num Projeto	147

4.4.2.	Etapa 1: Identificar Objetivos do Projeto e Usos do BIM	153
4.4.3.	Etapa 2: Conceber o Processo de Execução do Projeto em BIM.....	158
4.4.4.	Etapa 3: Caracterizar as Trocas de Informação.....	167
4.4.5.	Etapa 4: Estabelecer a Metodologia de Colaboração, Determinar os Requisitos da Infraestrutura Tecnológica e Definir o Sistema de Controlo da Qualidade.....	175
4.4.6.	Recomendações	183
5.	CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	185
6.	REFERÊNCIAS.....	189
7.	ANEXOS.....	195
7.1.	BIM USES/Usos BIM	195
7.1.1.	Programação da Manutenção (Preventiva) de um Edifício.....	195
7.1.2.	Análise dos Sistemas de um Edifício	196
7.1.3.	Gestão de ativos do edifício.....	197
7.1.4.	Gestão e Monitorização da Utilização dos Espaços.....	199
7.1.5.	Planeamento de Emergências.....	201
7.1.6.	Gestão Documental (Record Modeling).....	202
7.1.7.	Organização e Gestão de Estaleiros de Construção Civil.....	204
7.1.8.	Concepção de Sistemas Construtivos (Virtual Mockup)	205
7.1.9.	Fabricação Digital.....	206
7.1.10.	Levantamento Digital (Digital Layout).....	207
7.1.11.	Coordenação 3D.....	209
7.1.12.	Modelação de Especialidades.....	210
7.1.13.	Análise de Soluções (Estrutural, Energética, Iluminação Natural, etc.).....	211
7.1.14.	Análise de Eficiência Energética.....	212
7.1.15.	Análise Estrutural.....	214

7.1.16.	Avaliação de Sustentabilidade (LEED, BREEAM).....	215
7.1.17.	Verificações Regulamentares.....	216
7.1.18.	Revisão de Projeto.....	217
7.1.19.	Disposições Interiores das Edificações e Espaços Livres	219
7.1.20.	Estudos de Viabilidade	220
7.1.21.	Planeamento do Faseamento Construtivo (Modelação 4D).....	221
7.1.22.	Orçamentação e Extração de Quantidades	222
7.1.23.	Modelação das Condições Existentes	224
7.2.	IMPRESSOS	226
7.2.1.	Modelo de Capacidade e Maturidade.....	226
7.2.2.	Plano Estratégico BIM	231
7.2.3.	Plano de Implementação e Execução	245
7.2.4.	Plano de Execução do Projeto em BIM	259
7.2.5.	Tabela de Análise e Registo de Usos BIM para Projeto.....	270
7.2.6.	Tabela de Caraterização das Trocas de Informação	272
7.3.	TABELA DE SOFTWARES BIM.....	274
7.4.	EXEMPLO (PARCIAL) DA TABELA DE REGISTO E ANÁLISE DE USOS BIM PARA PROJETO	277
7.5.	EXEMPLO DE UM MAPA DE PROCESSOS BIM GLOBAL DE UM PROJETO.....	279
7.6.	EXEMPLO DE UM MAPA DE PROCESSOS BIM DETALHADO DO USO BIM ANÁLISE ESTRUTURAL.	281
7.7.	EXEMPLO (PARCIAL) DE UMA TABELA DE CARATERIZAÇÃO DAS TROCAS DE INFORMAÇÃO	283

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Nível de Implementação BIM Atual vs. Nível de Implementação BIM Futuro (McGraw Hill Financial, 2014).....	8
Figura 2 – BIM no ciclo de vida da construção. (Autodesk Building Information Modeling, 2011).....	10
Figura 3 - Benefícios da utilização do BIM considerando todas as fases do ciclo da construção. (McGraw Hill Financial, 2014)	12
Figura 4 – Vilnius Municipal Center (Lituânia) (Migilinskas, et al., 2013).....	13
Figura 5 - Modelo BIM. Vilnius Municipal Center (Migilinskas, et al., 2013).....	14
Figura 6 - Modelo das dinâmicas de macro-difusão do BIM. Versão 1.1. (Succar, et al., 2015)	18
Figura 7 - Curva de aprendizagem da Implementação BIM (Oakley).....	20
Figura 8 - Inter-relação dos documentos no âmbito do NATSPEC National BIM Guide..	28
Figura 9 - Procedimento de implementação no âmbito organizacional. (National Specification Construction Information, 2014).....	31
Figura 10 – Elementos do procedimento de implementação BIM no âmbito organizacional. (National Specification Construction Information, 2014).....	33
Figura 11 - Towards Integration Roadmap (AIA-The Australian Institute of Architects; AIA's Integrated Practice Taskforce; CRC-CI- The Cooperative Research Centre For Construction Innovation) (National Guidelines for Digital Modelling, 2009)	37
Figura 12.a - Interação cliente-consultor no processo de compilação do PxP para a fase de projeto. (CIC Building Information Modelling Standards - Draft 5.0, 2014).....	45
Figura 13 - Procedimento de colaboração proposto pelo Singapore BIM Guide.....	49
Figura 14 – Transição das entregas de Projeto em 2D para as entregas de Projeto BIM na indústria AECO de Singapura.....	50

Figura 15 - Capability Maturity Model (CMM) do Planning Guide for Facilities Owners	59
Figura 16 - Procedimento para planear a execução do Projeto em BIM. (Computer Integrated Construction Research Program, 2011).....	62
Figura 17 - Conceito do Planeamento da Execução do Projeto BIM. (Computer Integrated Construction Research Program, 2011).....	65
Figura 18 – Matriz de competências. (2012)	73
Figura 19.a – Common Data Environment (CDE) (2012).....	74
Figura 20 - Pormenor de modelação das fundações e da cave do edifício.	79
Figura 21 – Pormenor (em corte) de um reservatório situado na cave do edifício.	79
Figura 22 - Pormenor (em corte) da modelação de uma das piscinas.	80
Figura 23 - Visual Studio 2013.	81
Figura 24 – Form de selecção de vigas do addin.	82
Figura 25 - Pormenorização de uma viga recorrendo ao addin (vista 3D).....	83
Figura 26 - Pormenorização de uma viga recorrendo ao addin (vista em alçado).....	83
Figura 27 - Exemplo de uma viga produzida pelo addin importada para o Revit.....	84
Figura 28 - Influência da Implementação BIM na estrutura organizacional.	87
Figura 29 - Procedimento de Implementação BIM numa Organização.....	89
Figura 30 - Componentes da Implementação BIM numa Organização.	90
Figura 31 - Considerações associadas aos Componentes de Planeamento BIM.....	93
Figura 32 - Curva de aprendizagem característica da Implementação BIM numa Organização. (adaptado de (Oakley)).	95
Figura 33 - Comité de Planeamento BIM e seu propósito.....	98
Figura 34 - Curva característica da perda de produtividade inicial associada à Implementação BIM numa Organização.	100
Figura 35 - Análise SWOT.	104

Figura 36 - Exemplo (parcial) de um Modelo de Capacidade e Maturidade - Capability Maturity Model (CMM).....	108
Figura 37 - Representação da evolução do nível de maturidade no Modelo de Capacidade e Maturidade.	116
Figura 38 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Global (nível 1).....	124
Figura 39 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Detalhado (nível 2) do Uso BIM Modelação.	124
Figura 40 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Detalhado (nível 2) do Uso BIM Análise Estrutural.	125
Figura 41 - Exemplo da estrutura de pastas do servidor.	130
Figura 42 - Exemplo da estrutura de pastas da biblioteca de objetos BIM.....	131
Figura 43 - Exemplo de um panfleto de marketing da BIMMS (frente).....	137
Figura 44 - Exemplo de um panfleto de marketing da BIMMS (verso).	137
Figura 45 - Tipos de Request For Proposals (RFP's).....	139
Figura 46 - Diagrama representativo da forma como as Organizações suportam a implementação BIM em Projeto.....	144
Figura 47 - Fase do empreendimento em que os intervenientes estão envolvidos, conforme o modelo de contratação.	146
Figura 48 - Procedimento de implementação BIM em Projeto.	148
Figura 49 - Distribuição dos Usos BIM nas fases do empreendimento.	155
Figura 50 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Global de um Projeto (ver anexos) (adaptado de (Caires, 2013)).	161
Figura 51 - Notação representativa de um Uso BIM no Mapa de Processos BIM.....	162
Figura 52 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Detalhado do Uso BIM Análise Estrutural. (ver anexos) (adaptado de (Caires, 2013))	166

Figura 53 - Notação utilizada para representar um processo elementar de um Uso BIM.	
Notação utilizada para representar um gateway de decisão.	166
Figura 54 - Representação das trocas de informação no mapa de processo BIM Global. .	167
Figura 55 - Representação das trocas de informação no Mapa de Processos BIM Global e no Mapa de Processos BIM Detalhado.	168
Figura 56 - Tabela 21 (parcial) do sistema de classificação Omniclass.	170
Figura 57 - Representação (parcial) da tabela 21 do sistema de classificação Omniclass. .	170
Figura 58 - Representação do conceito Level of Development (LOD).	172
Figura 59 - Representação do Common Data Environment (adaptado de (2012)).	176
Figura 60 - Metodologia/Procedimentos de partilha de informação em projeto.	177
Figura 61 - Exemplo de utilização de ficheiros de formato BIM Collaboration Format (BCF).	179

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Tabela de registo de Objetivos BIM.....	111
Quadro 2 - Tipos e Categorias de Roadmaps.	118
Quadro 3 - Funções e responsabilidades BIM em Projeto.....	152
Quadro 4 – Exemplos de Objetivos BIM para o Projeto.....	154
Quadro 5 – Exemplo (parcial) da Tabela de Registo e Análise de Usos BIM para o Projeto (ver anexos).	156
Quadro 6 – Exemplo (parcial) de uma Tabela de Caraterização das Trocas de Informação (ver anexos) (adaptado de (Caires, 2013)).....	169
Quadro 7 – Análise dos registos da Tabela de Caraterização das Trocas de Informação.	174

ACRÓNIMOS

AECO	<i>Architects, Engineer, Constructor & Owner</i>
BEP	<i>BIM Execution Plan</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BMP	<i>BIM Management Plan</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environment Assessment Methodology</i>
FM	<i>Facility Manager/Facility Management</i>
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
IFC	<i>Industry Foundation Class</i>
LEED	<i>Leadership in Energy & Environmental Design</i>
LOD	<i>Level Of Development</i>
MEP	<i>Mechanical, Electrical & Plumbing</i>
PxP	<i>Project Execution Plan</i>
RFI	<i>Request For Informations</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities & Threats</i>

GLOSSÁRIO DE DEFINIÇÕES

BIM Manager

Indivíduo com a responsabilidade de gerir e coordenar a implementação BIM no âmbito organizacional ou no âmbito de projeto (Barison, et al., 2010).

BIM Coordinator

Indivíduo responsável por coordenar os trabalhos de modelação em BIM, garantir que os modelos foram criados de acordo com as normas estipuladas, garantir a integridade da informação e evitar a corrupção de dados, extrair dados dos modelos e reportar aspetos relativos à sua qualidade (Panaiteescu, 2014).

BIM Modeller

Indivíduo responsável pela modelação, criação de objetos BIM, e pelo desenvolvimento e extração de documentação 2D dos modelos BIM (Barison, et al., 2010).

Facility Manager

Indivíduo responsável por gerir a utilização, operação, manutenção e exploração de um edifício, propriedade ou infraestrutura (National Specification Construction Information, 2011).

Record Model

Modelo BIM que inclui uma representação detalhada e precisa das condições reais físicas e do meio em que o edifício se insere assim como dos ativos desse edifício (Computer Integrated Construction Research Program, 2013).

FM – Facilities Management

Processo de gerir e manter a eficiência da operação de imóveis incluindo edifícios, propriedades e infraestruturas. O termo é também aplicado à disciplina que se encarrega por este processo (National Specification Construction Information, 2011).

MEP – Mechanical, Electrical & Plumbing

Conjunto das instalações mecânicas, elétricas e hidráulicas e seus componentes (National Specification Construction Information, 2011).

As-Built Model

Modelo BIM que inclui informação relevante dos componentes e equipamentos do edifício tais como informações e detalhes dos produtos utilizados, manuais de manutenção/operação, fichas técnicas de especificação, garantias dos equipamentos, fotografias, hiperligações web a recursos *online* dos produtos, informações e contactos do fabricante, etc (Eastman, et al., 2011).

BIM Deliverables (Entregas BIM)

Informação (em diversos formatos) que pode ser requerida num contracto ou acordo para ser submetida e passada a outra parte (Computer Integrated Construction Research Program, 2011).

Digital Layout

Medição das propriedades geométricas e da disposição dos elementos do edifício (pilares, vigas, paredes, etc.) construídos, através do emprego de ferramentas de medição digital

(estações totais) que permitem conexão aos modelos BIM (Computer Integrated Construction Research Program, 2011).

Clash Detection

Metodologia na qual se comparam, por intermédio de um *software*, os modelos BIM das diferentes disciplinas para identificar conflitos (sobreposições no espaço) entre os elementos/sistemas dessas disciplinas (Caires, 2013).

RFI – Request for Information

Processo ou meio de solicitação de informação com o propósito de reunir dados (escritos ou noutro tipo de formato), que posteriormente analisados auxiliam a decidir qual o próximo passo a dar numa determinada circunstância (National Specification Construction Information, 2011).

GIS – Geographic Information System

Sistema concebido para capturar, armazenar, manipular, analisar, gerir e apresentar todos os tipos de dados espaciais ou geográficos (National Specification Construction Information, 2011).

IFC – Industry Foundation Class

Tipo de ficheiro *open format* desenvolvido pela *buildingSmart* para facilitar a interoperabilidade entre os vários softwares comerciais de diferentes finalidades (Building Smart).

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology

Método de avaliação ambiental de edifícios que define os padrões de qualidade a utilizar quer a nível de conceção quer a nível de arquitetura sustentável (BRE Global).

LEED – Leadership in Energy & Environmental Design

É um programa de certificação ecológica que reconhece as melhores estratégias e práticas construtivas, baseando-se num sistema de classificação nacional para cada país, tendo por objetivo a melhoria do desempenho ambiental e da saúde humana (U.S. Green Building Council).

Virtual Mockup – Maquete Virtual

Representação virtual da totalidade da obra após o projeto e antes da construção, que permite estudar os detalhes propostos para a sua construção (por exemplo dos sistemas construtivos tais como, cofragens, pregagens, etc.) e clarificar aparência final do empreendimento (Leitch, et al., 2010).

LOD – Level of Development

Traduzido como nível de desenvolvimento, é um conceito concebido com o propósito de determinar até que ponto um elemento de um modelo BIM se encontra completo, no que toca à informação geométrica e não geométrica que contém e que o caracteriza (National Specification Construction Information, 2011).

BMP – BIM Management Plan

Traduzido como Plano de Gestão BIM é um documento formal que define como o Projeto será executado, monitorizado e controlado tendo em conta a implementação do BIM. O BMP é desenvolvido no início de cada Projeto para registar as funções e responsabilidades

atribuídas na criação de modelos e na integração de dados ao longo do Projeto (National Specification Construction Information, 2011). Na literatura BIM pode também ser designado de *Project Execution Plan (PxP)* – traduzido como Plano de Execução do Projeto BIM – ou de *BIM Execution Plan (BEP)* – traduzido como Plano de Execução BIM.

PxP – Project Execution Plan

Mesmo que *BIM Management Plan*.

BEP – BIM Execution Plan

Mesmo que *BIM Management Plan*.

1. INTRODUÇÃO

1.1. DESCRIÇÃO E ENQUADRAMENTO DO TEMA DE ESTÁGIO NO CONTEXTO ATUAL

O *Building Information Modeling (BIM)* apresenta-se como um dos mais promissores avanços, que revolucionará a indústria *AECO* (*Architecture, Engineering, Construction and Owner-operated*) (Eastman, et al., 2011). Com base em *software* o BIM uma metodologia que introduz mudanças significativas no processo de entrega de projetos. Representa por isso um novo paradigma que potencia a participação de forma colaborativa de todos os *stakeholders* da indústria AECO num projeto, promovendo o trabalho eficiente e a harmonia entre eles que, no passado, se viam como adversários (Azhar, 2011). Segundo a definição da norma *The National Building Information Modeling Standards (NBIMS)* dos Estados Unidos o BIM é caracterizado como uma representação digital e funcional das características de um empreendimento, que funciona como um recurso intelectual de conhecimento e que pode ser partilhado, formando uma base fidedigna de apoio à tomada de decisões em qualquer fase do ciclo de vida da construção, desde as fases mais preliminares de planeamento até à demolição.

Atualmente a indústria da construção civil, não só nacional mas também internacional, vive um período exigente num ambiente altamente competitivo. Existem menos contratos de construção, menos lucrativos, exige-se a entrega de Projetos (complexos) mais rapidamente e com custos mais reduzidos, pelo que é necessário rever as metodologias de trabalho para outras mais eficazes e que permitam transitar da abordagem ao Projeto recorrendo ao papel, para uma abordagem digital em ambiente colaborativo. São então necessárias novas qualificações e novas competências. São nestes aspetos que a implementação da metodologia

BIM pode dar resposta, estendendo-se a diversas áreas nomeadamente, Arquitetura, Engenharia, Construção, sistemas hidráulicos mecânicos e elétricos, estruturas de edifícios, gestão de risco entre muitas outras (Duc, 2012).

Esta recente metodologia representa novas oportunidades para as Organizações e para a indústria AECO. Porém ainda são consideráveis as barreiras que se opõem à sua implementação, sendo uma delas a falta de documentação normativa e informativa que forneça orientação efetiva para implementar o BIM. (Lima, et al.)

O desenvolvimento, durante o período de estágio, de um “Guia de implementação da metodologia BIM em Organizações e Projetos” foi motivado pela necessidade de dar resposta aos desafios que se colocam à implementação do BIM a nível nacional. A criação do guia seguiu uma metodologia na qual se procedeu a uma pesquisa e compilação de diversos documentos internacionais já existentes, desde manuais e guias até normas e especificações técnicas, incluindo também artigos científicos e trabalhos académicos. Assim, foi com base nesta metodologia que se procurou criar um documento generalista de apoio às Organizações que pretendem implementar o BIM nas suas estruturas e também nos seus projetos.

1.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

A Building Information Modeling & Management Solutions (BIMMS) com sede na Av. Fernão Magalhães no Porto, apresenta-se como uma empresa inovadora na integração da metodologia BIM nos serviços de Arquitetura, Engenharia e Construção a nível nacional e internacional. Esta empresa oferece desde serviços de consultadoria, formação, certificação em BIM até serviços de criação de modelos e objetos BIM. Durante o período em que o estagiário esteve inserido no contexto da BIMMS, desempenhou uma série de atividades que possibilitaram não só aplicar os seus conhecimentos adquiridos na formação académica, mas

também adquirir novos. A principal atividade consistiu na produção do “Guia de Implementação da Metodologia BIM em Organizações e Projetos”. Ao longo do desenvolvimento do Guia foi possível ao estagiário expandir os seus conhecimentos relacionados com a metodologia BIM, em aspetos como: regulamentação internacional BIM atualmente vigente; utilização da metodologia BIM na indústria AECO; métodos e procedimentos de implementação do BIM; benefícios, riscos e barreiras à implementação BIM.

Foram ainda desenvolvidas outras atividades que permitiram ao estagiário contextualizar-se nesta nova metodologia de trabalho, a metodologia BIM. Consistiram na modelação em *software* Revit® da estrutura de um edifício e na programação de uma aplicação informática (*addin*) capaz de desenhar automaticamente vigas e pilares (incluindo armaduras) em 3D no *Autocad*®. Estas atividades de contextualização acabaram por desempenhar um papel muito importante na aquisição e consolidação de conhecimentos no âmbito da modelação BIM, do desenvolvimento de *software*, da Engenharia de Estruturas e na interação destas três áreas. A primeira atividade mencionada consistiu na modelação da estrutura de um edifício de grandes dimensões, com o intuito de posteriormente utilizar o modelo BIM desenvolvido para obter cortes e alçados pormenorizados e para modelar a complexa rede de instalações hidráulicas detetando pontos de colisão de especialidades. O estagiário integrou uma equipa de trabalho e foi uma oportunidade proporcionada para participar num projeto real elaborado em BIM e com isso aperfeiçoar o manuseamento de um dos *softwares* de modelação de estruturas mais utilizado. A segunda atividade, tecnicamente mais complexa, consistiu no desenvolvimento de um *addin* capaz de interpretar ficheiros produzidos pelo programa de cálculo automático denominado PAC – Pórticos (Projeto de Pórticos Assistido por Computador), para posteriormente desenhar em 3D no *Autocad*® a pormenorização de armaduras de vigas e pilares. A execução desta atividade resultou num

trabalho conjunto com outro estagiário, cujo principal objetivo de estágio foi adaptar o PAC – Pórticos ao Eurocódigo 2 e posteriormente integrá-lo na metodologia BIM. O envolvimento neste projeto obrigou ao estudo de matérias fora do contexto da Engenharia Civil (programação e desenvolvimento de *software*), mas indubitavelmente importantes para a Engenharia de Estruturas e também para a implementação BIM do ponto de vista tecnológico, culminando numa experiência cognitiva enriquecedora.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório desenvolve-se seguindo uma estrutura que após um primeiro capítulo de introdução e enquadramento contém um capítulo de revisão da bibliografia atual na qual se pretendeu investigar acerca do início da implementação BIM e quais as perspetivas futuras da implementação, quais os principais benefícios da utilização do BIM, quais os principais obstáculos e problemas que se opõem à implementação, de que forma se pode difundir o BIM, quais os fatores críticos para implementar o BIM com sucesso, e quais os fatores de incentivo à implementação do BIM. A revisão bibliográfica termina com a apresentação de um resumo dos conteúdos de alguns documentos existentes relativos à implementação BIM, que resultaram do trabalho de iniciativas internacionais formadas com o propósito de difundir a metodologia BIM. Esses documentos, juntamente com uma série de artigos científicos são a base do guia de implementação produzido e por isso fazem parte da sua bibliografia de referência.

No capítulo 3 é possível encontrar a descrição das já referidas atividades complementares que foram desenvolvidas no período de estágio e que ajudam à contextualização na metodologia BIM.

Imediatamente a seguir, vem o capítulo no qual consta o Guia de implementação produzido e que foi o principal foco do estágio na BIMMS.

O presente relatório encerra com uma proposta de desenvolvimentos futuros no âmbito do guia e da implementação da metodologia BIM. Vem acompanhado da bibliografia de referência seguida para elaborar o guia de implementação da metodologia BIM bem como um capítulo de anexos que contém para além de uma lista de possíveis utilizações do BIM, vários impressos, tabelas e exemplos

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PERSPETIVA HISTÓRICA E TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Os conceitos da metodologia BIM remontam aos anos de 1970 e 1980 quando a utilização de programas informáticos de modelação na indústria começaram a emergir. Por volta de 1982 na Hungria o desenvolvimento do *software ArchiCAD®* é considerado por muitos, como o ponto de início da implementação BIM. Mais recentemente o desenvolvimento do *software Revit®* em 2000 impulsionou, ainda que de forma lenta, a implementação do BIM. Porém nos últimos cinco anos a utilização desta metodologia, internacionalmente, tem crescido de forma exponencial à medida que os avanços tecnológicos e as dificuldades de implementação têm vindo a ser ultrapassadas e a indústria da construção tem vindo a aperceber-se das vantagens significativas trazidas pelo BIM (Smith, 2014).

As mais recentes pesquisas evidenciam esta tendência. Para além dos países que lideram a implementação do BIM nomeadamente, os Estados Unidos, o Reino Unido, a Alemanha, o Canada e a França outros países estão a adotar recentemente esta metodologia tais como Austrália, Brasil, Japão, Coreia e Nova Zelândia. *“Change is sweeping the globe. Project teams are benefitting from faster communications, smaller, more powerful and mobile computers, robust digital modeling tools and a transformative shift toward integrated delivery processes, all of which are generating positive outcomes, efficiencies and benefits unimaginable just a few years ago”* (McGraw Hill Financial, 2014).

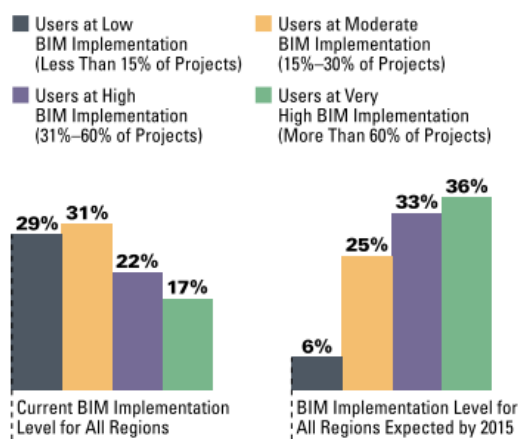


Figura 1 – Nível de Implementação BIM Atual vs. Nível de Implementação BIM Futuro (McGraw Hill Financial, 2014)

O gráfico da figura representa a tendência crescente da implementação BIM global, que inverte a situação atual caracterizada por uma percentagem de 17% de entidades que implementam o BIM em mais de metade dos seus projetos, para a situação perspectivada em 2015 caracterizada por uma percentagem de 36%.

A implementação tem sido transversal, incluindo tanto entidades privadas como entidades públicas que anseiam institucionalizar os benefícios do BIM por forma a conceber projetos mais rapidamente, com níveis de qualidade e fiabilidade superiores a custos mais reduzidos. Na Europa, os atuais desenvolvimentos no que toca à utilização do BIM, datam a Janeiro de 2014 com a decisão tomada pelo Parlamento Europeu de sensibilizar os 28 Países Membros do Estado Europeu a utilizarem ferramentas eletrónicas como o BIM em projetos ou obras públicas na União Europeia até 2016. Reino Unido, Dinamarca, Holanda, Finlândia e Noruega são alguns dos países que obrigam o uso do BIM em projetos de obras públicas. Desenvolveram inclusive, normas e regulamentos que devem ser seguidos no que a esta matéria diz respeito. (Smith, 2014)

Desenvolvimentos e iniciativas semelhantes noutros países estão a impulsionar a implementação BIM cada vez mais em maior escala. As vantagens da utilização desta

tecnologia são demasiado importantes para não serem considerados por eles, sob pena de que os seus mercados podem não ser suficientemente competitivos perante países que já integram o BIM. É evidente que as empresas que investem na metodologia BIM tornam-se tecnicamente mais capazes para responder aos desafios impostos pela evolução que a indústria AECO tem vindo a sofrer. Contudo, tal investimento é sem dúvida um problema considerável. Muitas empresas não detêm capacidade financeira adequada devido em grande parte às reduzidas margens de lucro com que operam ou ao facto de se encontrarem subcapitalizadas, inibindo-as de um investimento com benefícios a longo prazo. No entanto, visto por outra perspetiva isto poderá funcionar como um mecanismo de controlo de qualidade que obriga as empresas menos capazes a saírem do mercado e consequentemente ao aumento progressivo da qualidade dos produtos concebidos. Ultimamente, é claro e evidente que a inércia sentida ao longo de anos face à mudança para metodologias de trabalho mais eficazes tem dado espaço a uma rápida implementação BIM justificada pelo facto de as empresas que não abraçam e se envolvem na revolução BIM pronunciada, são ultrapassadas por empresas altamente competitivas. (Smith, 2014)

2.2. BENEFÍCIOS/VANTAGENS DA METODOLOGIA BIM

A utilização de modelos digitais noutros sectores da indústria (aeronáutica ou automóvel) é uma prática comum. Há vários anos que suportam as equipas de Projeto durante todo o ciclo de vida do produto – desde a conceção e documentação até à produção e manutenção. A utilização do BIM permitiu alargar o conceito à indústria AECO, disponibilizando a Arquitetos, Engenheiros, Construtores e *Facilities Managers* uma nova forma de trabalho, centralizada em modelos digitais inteligentes – devido ao facto de todos os dados e informações associados ao projeto são introduzidos no modelo digital. Aliás, o modelo BIM

é uma complexa base de dados que contém desenhos, vistas, elementos estruturais (pilares, vigas), elementos de arquitetura, entre muitos outros, permitindo desta forma que todos esses componentes interajam entre si. Independentemente das mudanças ocorridas no Projeto do empreendimento e de quem as protagoniza, a informação mantém-se consistente, coordenada e precisa para todos os intervenientes do ciclo de vida da construção. É-lhes dada uma visão clara do projeto incrementando assim a sua capacidade de tomar decisões de forma mais informada e rápida, consequência da implementação de um fluxo de trabalho colaborativo e eficiente. (Autodesk Building Information Modeling, 2011)

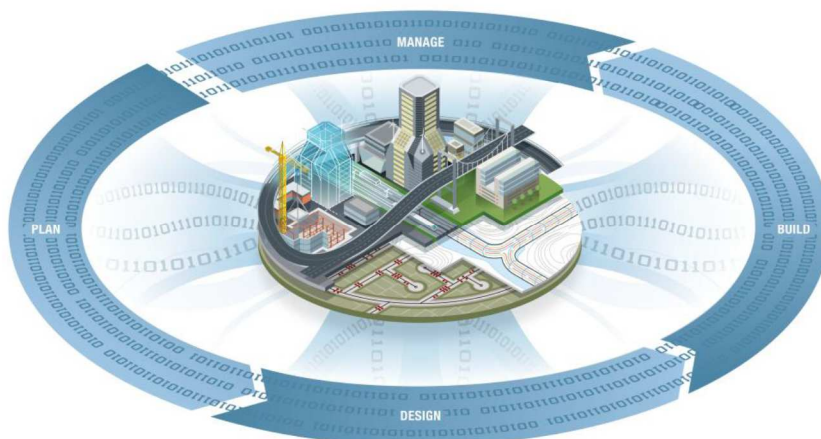


Figura 2 – BIM no ciclo de vida da construção. (Autodesk Building Information Modeling, 2011)

As equipas de projeto cumulativamente dispõem de ferramentas complementares que usam informação do modelo BIM para análises energéticas ou ambientais, dimensionamento estrutural, simulação do faseamento construtivo, entre outras, melhorando a precisão da documentação produzida.

O BIM implementado logo nas fases mais precoces do ciclo de vida de um empreendimento representa um enorme benefício. Todos os intervenientes envolvidos podem aceder desde logo a informação valiosa o que permite tomar decisões informadas atempadamente nas fases

de planeamento, projeto, construção ou renovação. Quando tais decisões impactam no orçamento, planeamento e sustentabilidade do empreendimento, o BIM torna-se assim uma mais-valia. (Autodesk Building Information Modeling, 2011)

A representação geométrica dos elementos de um edifício num modelo BIM passível de ser partilhado e acedido por intermédio de um ambiente integrado colaborativo representa por si só uma vantagem. (Azhar, et al., 2007) Outras podem ser:

- Tornar os processos (construção, projeto, conceção, etc.) mais rápidos e eficientes – a informação é mais facilmente partilhada e comunicada e pode ser continuamente desenvolvida e re-utilizada;
- Melhorar a execução de Projetos de empreendimentos – as propostas para a elaboração de projetos de especialidades ou para construção do empreendimento podem ser rigorosamente analisadas. Podem ser feitas simulações rápidas, permitindo desenvolver soluções melhores e mais inovadoras;
- Melhorar o controlo sobre os custos associados ao ciclo de vida do projeto e sobre os dados de impacto ambiental – o impacto ambiental do empreendimento ou o seu desempenho energético é mais previsível e os custos associados ao seu ciclo de vida são mais facilmente compreendidos.
- Melhorar a qualidade de produção – a documentação produzida é flexível e rigorosa o que por consequência se traduz numa melhor qualidade da construção.
- Possibilitar a automatização de processos - a informação digital compilada pode ser explorada por processos mais elementares como a pré-fabricação, manufatura e montagem de sistemas estruturais ou sistemas construtivos;
- Melhorar os serviços disponibilizados aos clientes – as propostas são mais facilmente compreendidas através da visualização precisa do projeto num modelo BIM.

- Possibilitar a criação de informação do ciclo de vida do empreendimento – os requisitos e os dados desenvolvidos ao longo das fases de projeto, construção e exploração podem ser compilados e posteriormente utilizados para *Facilities Management*.

Os benefícios da utilização do BIM são diversos. A construtora *McGraw Hill* elaborou um estudo de mercado global (McGraw Hill Financial, 2014) que reúne uma série de benefícios que as empresas utilizadoras do BIM usufruem.

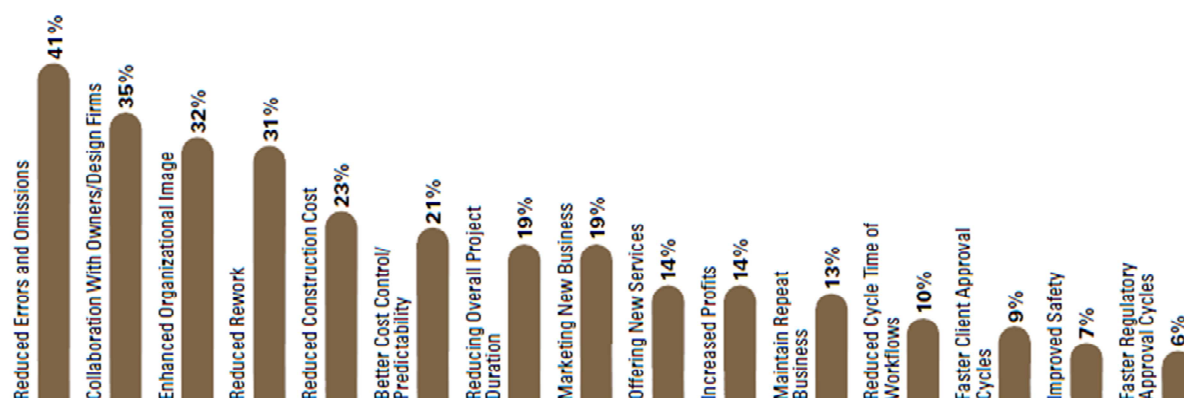


Figura 3 - Benefícios da utilização do BIM considerando todas as fases do ciclo da construção. (McGraw Hill Financial, 2014)

Pela observação da figura deduz-se que os benefícios mais relevantes reportados pelas empresas estão associados à redução de erros e omissões, aumento da margem de lucro, redução da duração de projeto, redução do retrabalho e redução de custos da construção.

O subcapítulo seguinte expõe um caso prático extraído da bibliografia de referência, que comprova como a implementação BIM num projeto representa uma mais-valia.

2.2.1. UM CASO PRÁTICO – VILNIUS MUNICIPAL CENTER (LITUÂNIA - 2004)

O empreendimento consistiu na construção de um edifício com 20 Pisos (76.85m de altura), com parque subterrâneo (344 lugares de estacionamento) e adjacente a outros dois edifícios com 3 e 5 pisos. Um dos maiores desafios encontrados foi o facto de que estava previsto a instalação na fachada cerca de 10700 m² de vidro de alta-qualidade, com proteção solar e energeticamente eficientes. Para além das preocupações a ter com o sistema estrutural de suporte dos envidraçados e os cuidados adicionais para com a própria estrutura do edifício, a exigência em termos de qualidade, durabilidade e custos energéticos na fase de exploração revelaram-se fatores decisivos no sucesso do empreendimento. (Migilinskas, et al., 2013)

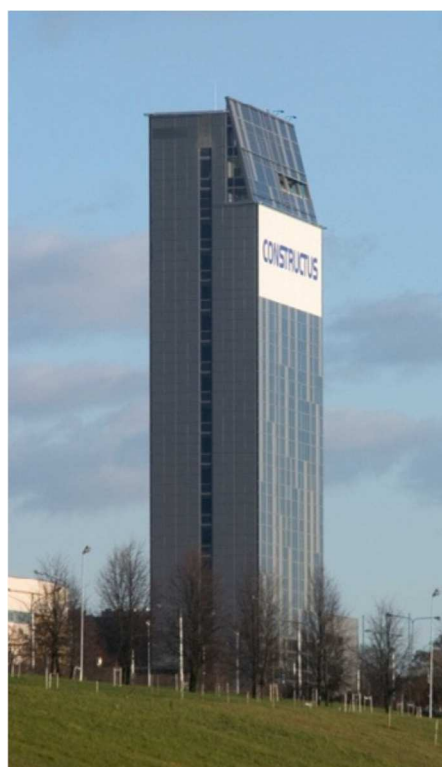


Figura 4 – Vilnius Municipal Center (Lituânia) (Migilinskas, et al., 2013)

A implementação do BIM foi imprescindível e permitiu elaborar com maior precisão o mapa de quantidades (facilitando o processo de negociação com os fornecedores e subcontratados),

projetar as especialidades prestando maior atenção aos requisitos de eficiência e de funcionalidade, estudar o faseamento construtivo em 3D e extrair desenhos e documentação.

Tudo isto a partir de um modelo BIM. Toda a informação na base de dados associada a esse modelo foi utilizada para futuras aplicações de *Facilities Management*.

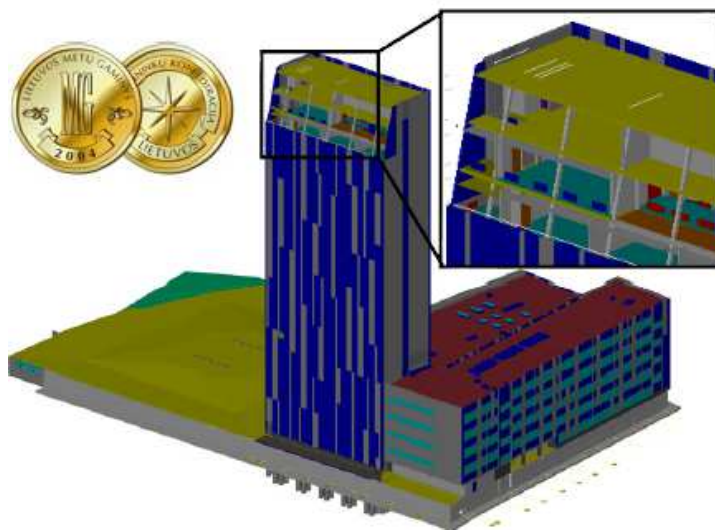


Figura 5 - Modelo BIM. Vilnius Municipal Center (Migilinskas, et al., 2013)

Estimou-se uma poupança de tempo gasto em planear e analisar desenhos na ordem dos 20% que não seria possível utilizando ferramentas convencionais como o *AutoCAD*®. O desperdício de tempo em disputas acerca da quantidade de trabalhos a realizar decresceu o que conduziu à execução de tarefas com mais qualidade e ao ganho de tempo utilizado para discutir melhoramentos nos métodos de trabalho. (Migilinskas, et al., 2013)

2.3. OBSTÁCULOS E PROBLEMAS QUE SE OPÕEM À IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Apesar das comprovadas vantagens de utilização do BIM e dos benefícios trazidos para a indústria AECO e apesar das tendências positivas de cada vez mais se implementar esta nova metodologia, a complexidade a ela associada é relevante. Esta evidência provoca nas Organizações um certo receio relativamente à mudança dos tradicionais métodos de trabalho para novos propostos pela metodologia BIM. Com base em críticas e opiniões de investigadores e profissionais relacionados com a indústria AECO, são apresentados alguns motivos que podem formar barreiras à implementação do BIM (Migilinskas, et al., 2013):

- Receio de implementar uma nova metodologia com resultados medíocres face ao esperado ou a possibilidade de tornar-se num grande falhanço;
- Investimento inicial elevado, acompanhado do tempo que é necessário despendar para formação dos colaboradores nos novos *softwares*;
- A falta de informação estritamente relacionada com a implementação do BIM, nomeadamente normas ou regulamentos;
- A falta de regras específicas para determinados intervenientes no projeto, nomeadamente obrigações contratuais;
- O próprio risco associado à implementação;
- As limitações técnicas associadas sobretudo à interoperabilidade entre os *softwares* BIM;
- A falta de profissionais devidamente formados para operar o *software* BIM;

A pesquisa bibliográfica revelou ainda que, os fatores que mais contribuem para o insucesso da implementação BIM estão relacionados diretamente com problemas organizacionais e não

com a tecnologia em si ou com as competências das pessoas que a utilizam. Algumas organizações são relutantes à implementação BIM porque receiam as implicações associadas à mudança dos seus processos de trabalho, nomeadamente, os custos envolvidos durante o processo de implementação e a quebra na produtividade que pode ocorrer, colocando em risco as expectativas dos clientes. Outros motivos, tais como, o facto de as pessoas dentro da organização verem o BIM como uma possível ameaça, capaz de substituir as tarefas que desempenham levando-as a um estado de ansiedade perante a mudança. (Z., et al., 2014) (Potentials and barriers for implementing BIM in the German AEC market - Results of a current market analysis, 2012)

2.4. DINÂMICAS DE DIFUSÃO DO BIM

A metodologia BIM, segundo Youngsoo Jung (Jung, et al., 2011), pode ser implementada em 3 âmbitos: no âmbito da Indústria AECO (de uma perspetiva macro), no âmbito de cada Organização (de uma perspetiva micro) e no âmbito do Projeto. Existem diversas dinâmicas de difusão que se podem observar na implementação BIM em ambas as perspetivas (macro e micro). As dinâmicas *top-down*, *bottom-up* e *middle-out* são as mais relevantes e tipicamente discutidas. (Succar, 2014)

2.4.1. TOP-DOWN

Vista da perspetiva macro, é caracterizada quando a iniciativa de implementar o BIM parte de uma entidade governamental ou outra com a devida autoridade a nível nacional ou internacional (*top*). A implementação BIM é assim impulsionada por organismos que emitem leis e regulamentos que obrigam a todas as empresas que exercem a sua atividade no âmbito

da indústria AECO ao seu cumprimento (*down*). Sob a perspectiva micro, a dinâmica *top-down* é semelhante. Neste caso, a iniciativa de implementar o BIM na Organização parte do topo da cadeia de comando da empresa – gestão executiva ou gestão de topo (*top*) – e recorrendo à autoridade que lhe caracteriza, os esforços de implementação são difundidos ao longo do resto da estrutura organizacional (*down*), até à gestão operacional. (Succar, 2014)

2.4.2. BOTTOM-UP

A dinâmica *bottom-up* ocorre quando a implementação do BIM na indústria se processa através da adoção progressiva do conceito BIM por parte de pequenas empresas (*bottom*), até ao ponto em que se torna uma prática comum (*up*). O BIM é desta forma difundido a partir dessas empresas até às entidades governamentais nacionais ou internacionais. Sob a perspectiva micro, a implementação BIM tem origem na base da hierarquia de gestão da empresa (*bottom*), quando os profissionais técnicos ao nível operacional introduzem o BIM no desempenho das suas tarefas e ao longo do tempo essa prática é difundida aos níveis de gestão superiores até à gestão executiva (*up*). (Succar, 2014)

2.4.3. MIDDLE-OUT

A dinâmica *middle-out*, genericamente enquadra-se entre a *top-down* e a *bottom-up*. No âmbito de implementação na indústria significa que, a difusão do BIM tem origem nas grandes organizações que posteriormente disseminam o conceito quer a empresas mais pequenas quer a autoridades governamentais. No âmbito organizacional (perspetiva micro) a génese da implementação envolve a gestão intermédia da empresa, transmitindo os esforços de implementação aos seus subordinados e à gestão executiva (Succar, 2014).

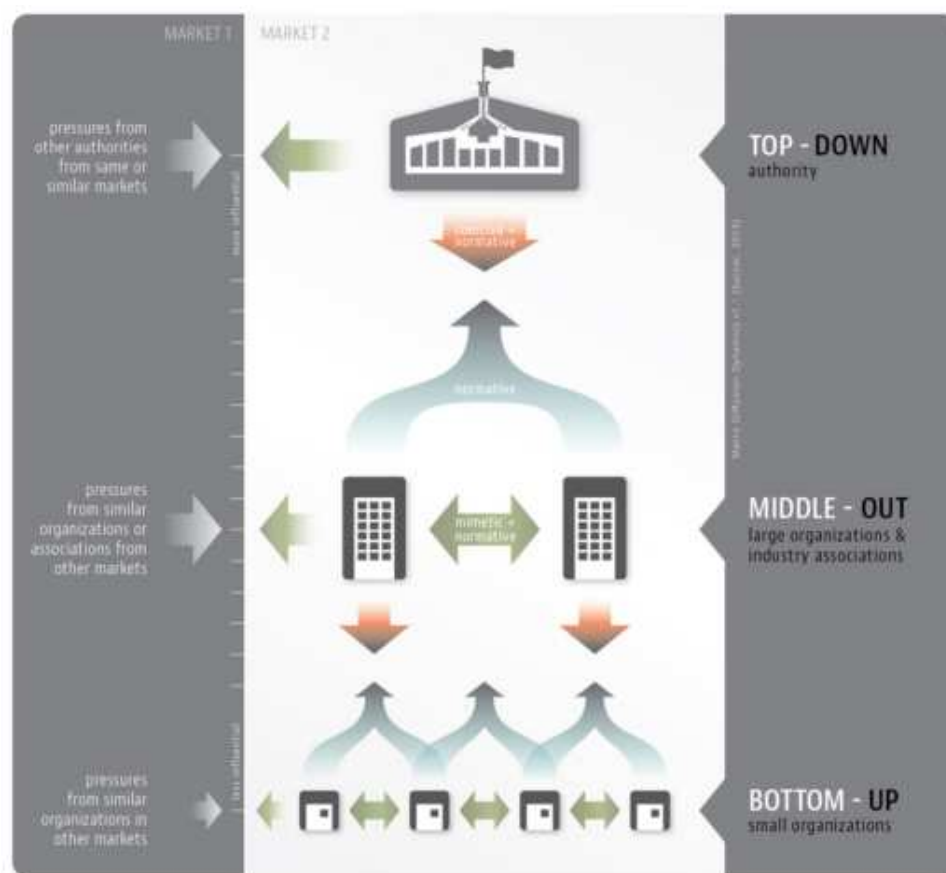


Figura 6 - Modelo das dinâmicas de macro-difusão do BIM. Versão 1.1. (Succar, et al., 2015)

Focando a perspectiva micro da implementação BIM, surge uma questão deveras pertinente: Qual será a melhor estratégia de implementar o BIM no âmbito da Organização? (Ahmad, et al., 2012) Para responder a esta questão, é conveniente em primeira mão evidenciar que o BIM muito para além de um conjunto de *softwares* inovadores é também, de facto, uma nova metodologia ou processo de trabalho. Como tal, a implementação BIM deve ser vista como uma decisão estratégica de gestão (Stebbins, 2009), que representa uma profunda transformação na forma como atualmente as Organizações desempenham a sua atividade e na forma como os projetos são executados e geridos. Já que, cada projeto e cada empresa é única, a estratégia de implementação BIM deve ser adaptada às características de cada caso específico. É possível afirmar então que não existe uma solução universal para o fazer

(Ahmad, et al., 2012). A estratégia de implementação BIM pode gerar dinâmicas de difusão simultâneas, e com isso tirar partido das suas vantagens. Conclui-se portanto que determinada estratégia de implementação não é indubitavelmente melhor do que outra. (Succar, 2014)

2.5. FATORES CRÍTICOS PARA IMPLEMENTAR O BIM COM SUCESSO

A integração do BIM na atividade de uma Organização, representa uma profunda mudança que afeta praticamente todos os aspetos do seu modelo de negócio. Desta forma, a iniciativa de implementação deve partir e ser apoiada pelo corpo executivo da empresa (mais alto nível hierárquico de gestão). Contudo, para que o processo de implementação funcione realmente, não basta iniciativa e apoio. É crucial que o corpo executivo ou pelo menos alguém que o represente tenha disponibilidade para compreender verdadeiramente o conceito BIM (o que isso implica na sua empresa), por forma a liderar a sua adoção incentivando todos os colaboradores da Organização a contribuir ativamente para o processo de implementação. O exemplo e a visão comunicada pelos superiores hierárquicos é muitas vezes uma ferramenta poderosa na gestão de uma empresa. É importante que questões – tais como, qual a visão perspectivada para a integração do BIM, quais os objetivos a atingir, os recursos e a estrutura organizativa necessária para o sucesso da implementação BIM – possam ser respondidas ao mais alto nível de gestão da organização, já que a implementação BIM não pode ser aplicada da mesma forma para todas as empresas. A probabilidade de o BIM influenciar qualquer aspeto relacionado com o modelo de negócio estabelecido é elevada, daí a exigência do compromisso da camada executiva para com o processo de implementação. (Oakley)

À implementação BIM está associada uma curva de aprendizagem que representa a jornada normalmente seguida pelas Organizações quando decidem implementar o BIM.



Figura 7 - Curva de aprendizagem da Implementação BIM (Oakley)

Baseada nesta curva de aprendizagem, é uma boa prática que as empresas ao prosseguir com a implementação, façam-no de forma gradual. Isto é, inicialmente as firmas devem escolher apenas alguns projetos simples e correntes, para testar a utilização do BIM. À medida que integram o BIM nos seus processos mais básicos e se sentem mais confiantes com a utilização da metodologia, vão alargando constantemente o seu âmbito de aplicação, evoluindo desta forma até ao ponto em que o BIM fica completamente enraizado na sua atividade corrente.

O processo de implementação é caracterizado por uma inerente improdutividade inicial. A criação de metas a alcançar ajudam as empresas a superar essa dificuldade para além de que ajudam a perceber algo que pode parecer uma tarefa árdua e complexa. As pequenas conquistas que advêm do cumprimento dessas metas levam a que os seus colaboradores se

sintam cada vez mais motivados e abertos para a mudança, o que canaliza todos os esforços e energia em direção ao resultado idealizado.

A implementação BIM no âmbito organizacional deve ser visto como um processo sério, rigoroso e colaborativo. Como tal, deve ser planeado de forma a evitar o insucesso e consequentes perdas de tempo (despendido em averiguar as razões que levaram ao fracasso e a planejar ações corretivas). (Oakley)

Em situação de projeto, as Organizações intervenientes e que trabalham em equipa para implementar o BIM devem ter presentes alguns fatores críticos que contribuem para o sucesso do empreendimento. Envolver o cliente ativamente no processo é um deles. É essencial determinar de forma clara e completa os seus requisitos para que a utilização do BIM no Projeto vá de encontro às suas expetativas.

A execução do projeto recorrendo à metodologia BIM é um processo que, à semelhança da implementação BIM no âmbito organizacional, deve ser planeado, e logo nas fases mais preliminares do Projeto. No decorrer desse planeamento devem ser abordados pontos-chave, nomeadamente: determinar que modelos BIM serão produzidos e que propósito servem; estabelecer o nível de detalhe com que serão desenvolvidos esses modelos BIM; decidir que *softwares* e aplicações informáticas serão empregues para criação dos modelos (por razões de interoperabilidade); e determinar a infraestrutura tecnológica que dará suporte à partilha da informação digital desenvolvida ao longo do Projeto. É também importante que, cada e qualquer Organização interveniente no projeto sejam elas gabinetes de Engenharia/Arquitetura, Empreiteiros, Subempreiteiros ou outros, avaliem as suas práticas correntes para posteriormente adaptá-las ao processo de execução do projeto em BIM.

O sucesso da implementação BIM no projeto está ainda fortemente relacionada com a capacidade de os intervenientes se organizarem para resolver problemas, planejar a

implementação BIM e desempenharem a sua atividade, de uma forma produtiva, eficiente, coordenada e cooperativa, promovendo assim um ambiente colaborativo. Para que tal seja possível é crucial que, cada um detenha um nível de experiência de implementação e utilização BIM adequado às características do projeto e que se envolvam desde logo no planeamento do projeto em BIM. (Staub-French, et al., 2011)

2.6. FATORES DE INCENTIVO À IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

O incentivo à implementação BIM pode advir de diversos fatores económicos, tecnológicos e sociais que incluem a globalização, a especialização dos serviços de Arquitetura e Engenharia, as diretivas internacionais de sustentabilidade, as diretivas ou iniciativas de entidades governamentais ou não governamentais.

A globalização é um fenómeno cada vez mais evidente. As barreiras ao comércio internacional estão cada vez mais diluídas o que permite transportar produtos da construção de locais de pré-fabricação para outros situados a grandes distâncias. É necessário que a fabricação desses produtos seja rigorosa e precisa, para que aquando da sua instalação encaixem na perfeição. Como o BIM é caracterizado por uma plataforma tecnológica que produz informação precisa e de qualidade a exigência da sua utilização nos processos de fabrico é evidente.

A especialização dos serviços é outro fator económico que favorece a implementação. À medida que competências específicas, tais como a modelação de objetos ou a prestação de serviços de consultoria BIM, são desenvolvidas e melhor definidas – e os métodos de colaboração à distância são aceites – o BIM permitirá às empresas oferecer serviços especiais.

A sustentabilidade é uma questão amplamente abordada em qualquer país, que terá um impacto cada vez mais evidente na indústria AECO. O melhoramento da eficiência

energética das edificações será uma exigência constante, que afetará os preços dos materiais, os custos de transporte e a forma como as edificações serão geridas em fase operacional. Os Arquitetos e Engenheiros terão a tarefa de projetar tendo em vista edifícios mais eficientes e recorrendo a materiais recicláveis, o que significa que é necessário dispor de informação mais precisa e de meios que permitam executar análises ainda mais extensivas. A utilização de sistemas BIM permitirá responder a tais necessidades.

A tendência crescente de executar projetos com base em metodologias colaborativas é um outro fator de incentivo à implementação e proliferação do BIM, já que este se caracteriza fundamentalmente por ser um processo colaborativo. O desenvolvimento e melhoria de sistemas BIM será impulsionado pela competitividade entre criadores de *softwares* e pelos seus interesses comerciais, o que representa também um fator de incentivo.

O valor intrínseco que o BIM representa para a indústria AECO, provavelmente é o fator económico mais importante. A qualidade da informação produzida, os produtos da construção concebidos, as potentes ferramentas de visualização, as precisas estimativas de custos e análises de diversos géneros, levam à tomada de decisões de forma mais informada, à elaboração de inovadoras soluções e à redução dos desperdícios da construção, culminando na redução significativa de custos em todo o ciclo de vida da construção. A seu tempo, é possível que os clientes exijam que os projetos sejam executados com recurso ao BIM, levando à difusão exponencial do BIM no mercado, na indústria e nas Organizações.

A inovação tecnológica consequente do aparecimento de computadores com capacidade de processamento avançada, de tecnologias sensoriais remotas, de maquinaria de fabricação controlada por computador, das tecnologias de informação e comunicação e outras, representa uma oportunidade para os criadores de *software* explorar novas possibilidades que contribuam para a sua competitividade, incentivando desta forma a implementação BIM. Uma outra área técnica que poderá estimular a implementação e influenciar os

sistemas BIM é a referida como inteligência artificial. A incorporação de sistemas inteligentes com plataformas BIM é uma realidade bastante plausível e que servirá para inúmeros propósitos, tais como verificações regulamentares, verificações de conformidade e qualidade, entre outros. Contudo, tal realidade ainda continua a ser explorada.

O crescimento contínuo da computação móvel, das tecnologias de localização e identificação (como o GPS, *laser scanning* e outras), vulgarizará a utilização do BIM em obra, permitindo que se construa mais rápido e de forma mais eficiente. O GPS atualmente é já um componente deveras importante nos sistemas de controlo de equipamentos de estaleiro. Desenvolvimentos futuros similares são expetáveis.

As iniciativas nacionais ou internacionais que publicam documentos sob a forma de guias, normas, especificações, protocolos, ou outros, representam também um enorme incentivo à implementação do BIM. Através deles é possível ultrapassar barreiras que se opõem à implementação, colmatando questões legais associadas à utilização do BIM, fornecendo procedimentos, métodos ou orientações para implementar o BIM com sucesso. (Eastman, et al., 2011)

2.7. INICIATIVAS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM. GUIAS, NORMAS E GUIDELINES BIM.

Implementar o BIM na indústria AECO, nas Organizações e em Projeto com sucesso e eficiência, depende em muito da liderança nacional de cada país. E essa liderança deve ser assumida primeiramente pelas entidades governamentais, mas não deve dispensar o apoio e a colaboração de entidades privadas pertencentes à fileira da construção ou das associações profissionais (Smith, 2014). É importante que em conjunto desenvolvam documentos que permitam atingir os benefícios desta nova metodologia. Globalmente, têm surgido várias

iniciativas que seguem nesse sentido e que foram alvo de análise para produzir o guia de implementação da metodologia BIM.

Em Portugal, a implementação da metodologia BIM ainda está numa fase precoce. Contudo, existem já iniciativas que pretendem levar a avante a implementação BIM na indústria AECO portuguesa. É o caso do grupo de trabalho BIM (GTBIM) da Plataforma Portuguesa Tecnológica da Construção (PTPC), o BIMFórum, a Comissão BIM da APMEP (Associação Portuguesa dos Mercados Públicos) e o Instituto Português da Qualidade (IPQ) estando algumas delas representadas no grupo de trabalho da Comissão de Normalização Europeia. (Costa)

2.7.1. AUSTRÁLIA E NOVA ZELÂNDIA

A Austrália e a Nova Zelândia são dois países já bastante experienciados no BIM. Mas, ainda estão a ser dados os primeiros passos em direção à sua implementação efetiva na indústria AECO. (The Business Value of BIM in Australia and New Zealand: SmartMarket Report Managing Editor, 2014) Apesar disso, surgiram uma série de iniciativas que têm intensificado a difusão do BIM nos últimos cinco anos. O principal objetivo dessas iniciativas é envolver e informar as entidades e profissionais da indústria acerca dos benefícios e potencialidades do BIM. (Smith, 2014)

NATSPEC National BIM Guide

Guia de âmbito nacional desenvolvido na Austrália por uma organização imparcial, sem fins lucrativos e sem influências governamentais denominada *NATSPEC, National Specification*. A missão desta organização é garantir a evolução da qualidade e produtividade do setor da

construção e do património construído, através da liderança no fornecimento de documentos de especificação. Este Guia foi desenvolvido com o propósito de auxiliar clientes ou donos de obra, construtores ou outras entidades da indústria da construção a entender claramente as suas expectativas e os seus requisitos quando recorrem à metodologia BIM. Para além disso, pretende servir de ferramenta de planeamento para que os consultores clarifiquem os serviços que disponibilizam nas propostas de concurso a execução de Projetos em BIM. Não é um documento isolado, pelo que deve ser lido em conjunto com os seguintes documentos:

- *Project BIM Brief* – documento para registo das características de um Projeto, tais como requisitos ou normas aplicáveis ao Projeto;
- *NATSPEC BIM Reference Schedule* – documento que contém a listagem de outros documentos (nacionais e internacionais) que normalizam aspetos específicos relacionados com a execução do Projeto (por exemplo a elaboração de desenhos CAD, a elaboração de modelos BIM) e que servem de referência ao Guia;
- *NATSPEC BIM Object/Element Matrix* – conjunto de tabelas elaboradas com o propósito de documentar as propriedades que os elementos ao serem modelados devem possuir, para atingir determinado nível de desenvolvimento. Esses elementos são por exemplo vigas, pilares, lajes, paredes, mobiliário, portas, janelas, entre outros e que formam os modelos BIM, desenvolvidos em determinada fase do ciclo de vida da construção. O nível de desenvolvimento (*Level Of Development – LOD*) está relacionado com o tipo de informação (para além da geométrica) que um elemento específico contém.

O conteúdo do Guia está orientado para a implementação BIM no âmbito do Projeto. Defende que a implementação deve ser de tal maneira estruturada e gerida que permita

suportar a modalidade de contratação acordada para o Projeto. Para o fazer é necessário elaborar um plano de gestão do Projeto em BIM, referido no Guia como *BIM Management Plan (BMP)*, que é um documento formal que define como o projeto será executado, monitorizado e controlado recorrendo à metodologia BIM. A modalidade de contratação influencia o BMP na medida em que, consoante o modelo de contratação praticado poderá ser necessário elaborar dois BMP, um para a fase de projeto e outro para a fase de construção. Esta situação ocorre quando se opta pela modalidade de contratação *Design-Bid-Build* (DBB) o que corresponde em Portugal ao modelo tradicional (conceção-proposta-construção). Quando a opção de contratação segue a modalidade *Design and Construct* (D&C), ou seja conceção-construção ou outras que potenciem um maior envolvimento de todos os intervenientes nas fases mais preliminares do Projeto do empreendimento, tal como o *Integrated Project Delivery* (IPD), o BMP deve ser único e endereçado a ambas as fases, projeto e construção. A divisão do BMP nas situações acima descritas pode suscitar algumas críticas. Esta divisão pode colidir com o conceito de que o planeamento da execução do Projeto em BIM deve ser um trabalho colaborativo e da responsabilidade de todos os intervenientes no Projeto. Ao dividir este documento poderá insinuar uma certa separação de responsabilidades, incompatível portanto com o dito conceito (defendido por diversos documentos da literatura).

Este guia considera que o BMP deve ser encarado como um documento vivo, constantemente consultado, revisto, desenvolvido e adaptado às particularidades do projeto. O BMP deve conter: o seu âmbito de aplicação (fase de projeto, construção ou ambas); as características, requisitos e faseamento construtivo do projeto, assim como a função e a responsabilidade que cada interveniente tem na execução do projeto e no desenvolvimento do BMP; os requisitos associados ao armazenamento, acesso e transação da informação digital desenvolvida tais como, tipos de ficheiros utilizados, protocolos de partilha de informação

digital, estratégias de gestão e manutenção da informação, tipo de *software* utilizado no desenvolvimento dos modelos BIM; os requisitos e regras associadas à modelação de objetos e criação de modelos BIM ou de outros conteúdos.

A figura seguinte pretende demonstrar a inter-relação dos documentos listados acima com o BMP e com o próprio Guia.

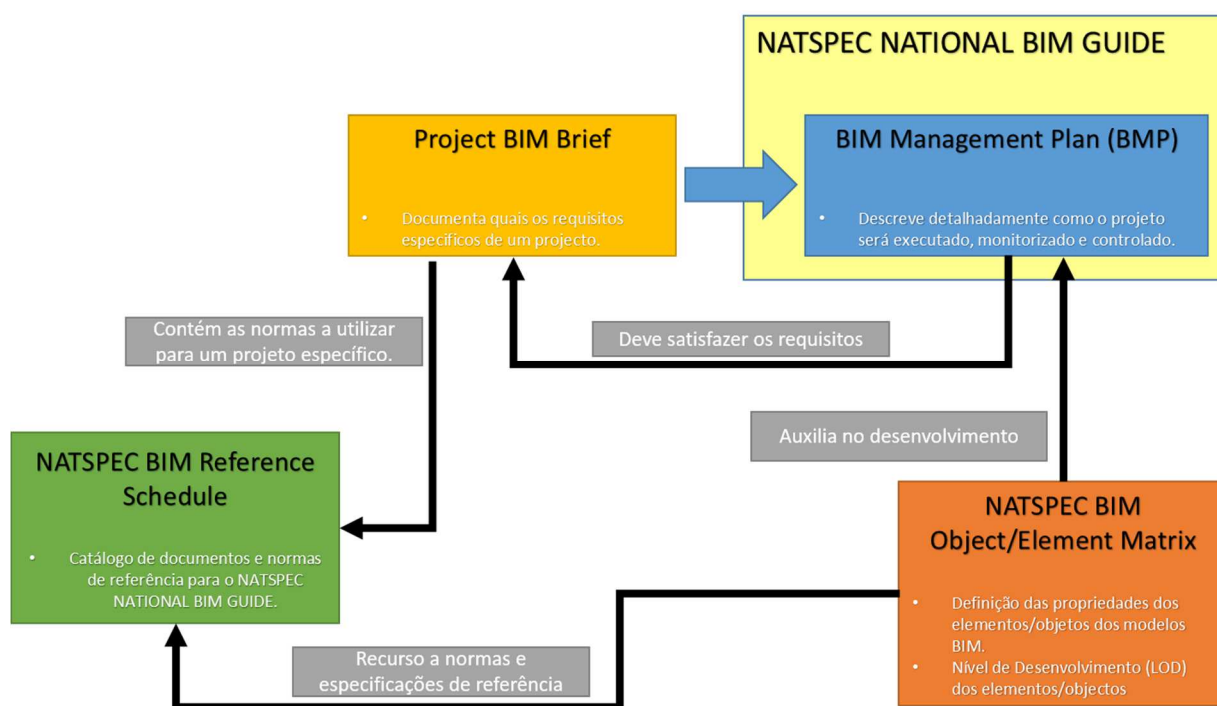


Figura 8 - Inter-relação dos documentos no âmbito do NATSPEC National BIM Guide.

O BIM prevê a criação de novos cargos com responsabilidades especificamente orientadas quer para a utilização do BIM quer para a sua implementação. Esses cargos estão elencados de forma resumida mas clara neste Guia. Estão igualmente apresentadas as funções e responsabilidades que os indivíduos detêm ao desempenhar esses novos cargos.

A execução de um projeto em BIM é levada a cabo recorrendo à criação e partilha de modelos BIM e de informação digital tendo como base um ambiente colaborativo. O guia fornece, embora de uma forma algo simplificada, alguns procedimentos de colaboração e de

partilha de informação digital com o propósito de levar a que essa partilha se processe inequivocamente e a implementação desse ambiente colaborativo seja efetiva. Algumas indicações mais evidentes são por exemplo que deve ser elaborado um modelo BIM para cada disciplina e posteriormente assemblados num modelo global, o qual deve ser alvo de análise quanto à ocorrência de colisões (pelo método *clash detection*) entre diferentes especialidades antes de partilhado.

A um nível mais prático o guia providência requisitos gerais de criação e coordenação de modelos BIM quanto à modelação dos seus elementos constituintes, quanto à sua estrutura (vistas 3D, cortes, alçados, plantas). Constam também indicações relativas à segurança, armazenamento, gestão e coordenação de ficheiros de informação digital e ainda expõe possíveis Usos do BIM (*BIM Uses*) categorizados por tipos de modelos (*As-built*, Arquitetura, MEP, Construção) ou por fase do ciclo de vida da construção.

O *NATSPEC National BIM Guide* resultou da adaptação de um outro Guia o *VA BIM Guide 2010*, criado pelo departamento *United States Department of Veteran Affairs*. Transmite uma visão global da implementação BIM, pelo que apenas alguns aspetos são abordados de forma detalhada. A título de exemplo, menciona a importância de elaborar um BMP, no entanto não fornece nenhum procedimento estruturado para o fazer. (National Specification Construction Information, 2011)

A NATSPEC publicou ainda uma série de outros documentos adicionais subordinados a temas mais específicos da implementação BIM. Esses documentos vêm a seguir descritos.

NATSPEC BIM Paper 001 – BIM and LOD, Building Information Modelling and Level of Development

Fornece uma introdução ao conceito nível de desenvolvimento (*Level of Development – LOD*) e explica qual a sua importância na gestão do processo de execução do Projeto em BIM. Inclui recomendações e orientações para implementar o LOD em projetos e para desenvolver e interpretar as tabelas de propriedades dos elementos, ou seja a BIM *Object/Element Matrix* analisada anteriormente. (NATSPEC, 2013)

NATSPEC BIM Paper 002 – Getting Started with BIM

Constitui um Guia para gabinetes de Engenharia ou Arquitetura implementarem o BIM no seu âmbito organizacional. Assume que a decisão de implementar o BIM já foi tomada e que os riscos associados já foram avaliados.

Este documento fornece um procedimento sequencial e estruturado dividido em 2 fases – fase de planeamento seguida da fase de execução – representado pela seguinte figura.

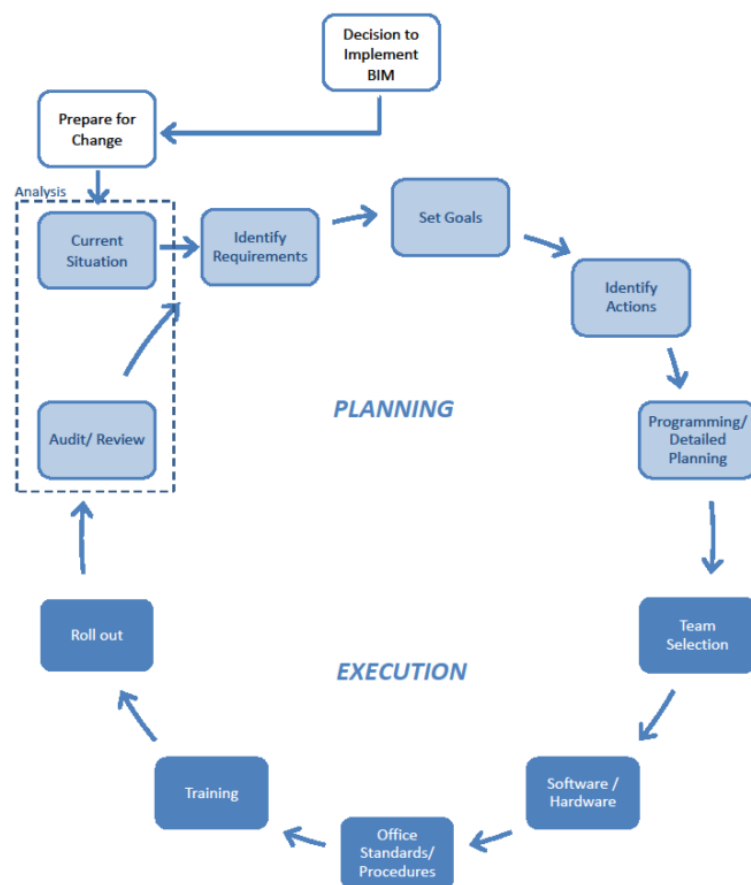


Figura 9 - Procedimento de implementação no âmbito organizacional. (National Specification Construction Information, 2014)

O procedimento tem início após ter sido tomada a decisão de implementar o BIM e após uma adequada preparação para a mudança da cultura organizacional, consequente da implementação. Neste processo de preparação a organização deve refletir acerca da importância de envolver todos os colaboradores na decisão de implementar o BIM, das razões pelas quais pretende implementar o BIM, da necessidade de envolver os indivíduos responsáveis pela gestão da empresa, da possibilidade de responsabilizar um indivíduo para gerir a implementação e da necessidade de contratar serviços externos se não existir capacidade técnica interna para lidar com processo de implementação. Após esta preparação, o próximo passo é o planeamento da implementação, começando por analisar a situação, a prática e o desempenho atual da empresa (incluindo dados financeiros, processos e métodos

de trabalho, recursos tecnológicos e humanos), para de seguida identificar quais os requisitos necessários para implementar o BIM e determinar os objetivos que se pretendem atingir com a utilização do BIM. Esta etapa termina com o detalhe do planeamento e com o desenvolvimento de um programa de implementação, o qual deve esclarecer como a Organização irá transitar para o BIM e deve ainda incluir critérios claros de avaliação que permitam monitorizar o progresso da implementação.

A etapa de execução pressupõe a aplicação do planeado anteriormente, desenvolvendo-se num contexto mais prático. Começa com a seleção de uma equipa que pode ser limitada a determinados indivíduos ou a toda a Organização, consoante a sua dimensão. Recorrendo a essa equipa a Organização deve partir para a seleção, aquisição e instalação de *hardware* e *software* BIM, seguido do desenvolvimento de padrões afetos à modelação (tais como estilos de folhas para impressão, *templates* de vistas dos modelos, etc.). A utilização da plataforma BIM requer novas competências técnicas, pelo que a formação de pessoal é a próxima ação a tomar. Esta etapa culmina com a seleção de um projeto que irá servir como projeto piloto e como uma primeira experiência de utilização do BIM.

O Guia sugere um procedimento de implementação simplificado que é representado por um ciclo e define a implementação BIM no âmbito organizacional como um processo sócio tecnológico, pelo que a análise da situação atual da Organização e todo o planeamento de implementação BIM envolve 3 elementos relevantes – as pessoas, a tecnologia e os processos.

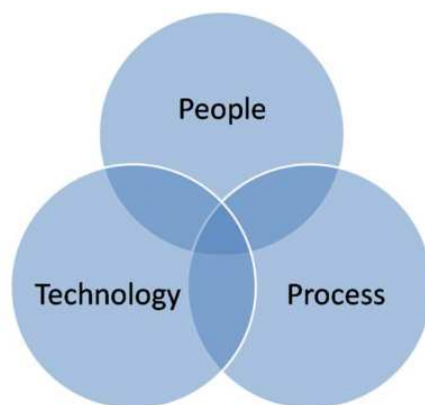


Figura 10 – Elementos do procedimento de implementação BIM no âmbito organizacional. (National Specification Construction Information, 2014)

O facto de o procedimento ser representado por um ciclo segue a abordagem de maior parte da literatura estudada. Essa abordagem defende que a implementação BIM não é um ato isolado no tempo. É algo que deve ser constantemente planeado na Organização. Desta forma a implementação BIM é um processo contínuo não limitado no tempo. (National Specification Construction Information, 2014)

No âmbito de uma Organização a implementação do BIM impacta em todos os seus departamentos ou áreas funcionais, mesmo na área comercial e de *marketing*. Este documento não contém nenhuma indicação relativamente a este aspeto. É muito importante perceber que o BIM fornece às Organizações uma nova e inovadora forma de encarar o mercado, e que isso deve ser transmitido aos seus potenciais clientes por intermédio de um plano comercial e de *marketing* bem elaborado. (Panaiteanu, 2014)

NATSPEC BIM Paper 003 – BIM Project Inception Guide

O *BIM Project Inception Guide* é um Guia orientado para clientes/donos de obra, cujo seu propósito é auxilia-los na definição clara dos seus requisitos quanto à implementação do BIM nos seus Projetos, logo no início. Desta forma torna-se possível maximizar a mais-valia

de implementar a metodologia BIM no Projeto, e permite aos consultores orçamentar e delimitar os seus serviços de forma mais precisa, quando preparam as suas ofertas, reduzindo assim a probabilidade de renegociação das condições dos serviços contratados.

Sob a ótica do cliente/dono de obra este documento pode revelar-se bastante útil quando este está prestes a começar a execução de um Projeto. Contém um procedimento estruturado que lhe permite selecionar adequadamente os consultores associados às diferentes áreas do Projeto e permite também compreender melhor o processo de negociação e contratação de serviços (de Engenharia, Arquitetura ou Construção) tendo em consideração a metodologia BIM. Além disso, o Guia descreve detalhadamente quais os documentos que suportam todo o processo de negociação, assim como a parte responsável pela sua autoria. (National Specification Construction Information, 2014)

NATSPEC TECHreport – Information classification systems and the Australian construction industry

No contexto da metodologia BIM foram desenvolvidos diversos sistemas de classificação da informação (conhecidos como *Information Classification Systems*) sob a responsabilidade de diferentes instituições de diferentes países. Esses sistemas constituem um meio de organizar, por intermédio de uma classificação, a enorme quantidade de informação criada nas atividades afetas à indústria AECO, e que precisa constantemente de ser armazenada, acedida, comunicada e utilizada por todas as partes envolvidas (Ekholm, 2011). Alguns sistemas de classificação mais conhecidos são o *Omniclass* (implementado na América) ou o *Uniclass* (Reino Unido), existindo porém outros.

O *NATSPEC TECHreport* aborda os sistemas de classificação atualmente implementados em diversos países como a Suíça, Finlândia, América do Norte, Reino Unido, entre outros,

lançando mão a uma análise comparativa entre eles. Posteriormente, o seu conteúdo é direcionado para o sistema de classificação correntemente utilizado na Austrália, colocando em evidência a necessidade de desenvolver um sistema classificação adaptado à indústria AECO australiana. São especificados alguns requisitos para desenvolver esse sistema. Nos parágrafos finais do documento estão expostos os primeiros passos atualmente dados pela NATSPEC no sentido de conceber o dito sistema de classificação. (Information classification systems and the Australian construction industry, 2008)

ANZRS – Australian and New Zealand Revit Standards

Na Austrália e Nova Zelândia, uma outra iniciativa que merece destaque é a ANZRS. Surgiu em 2009 na sequência da conferência anual *Revit Technology Conference (RTC)* realizada em Melbourne. Em resposta a um problema reportado na conferência pela comunidade de utilizadores do *Revit*® – falta de consistência e qualidade dos conteúdos (famílias) do *Revit*® disponibilizadas pela *Autodesk*® ou por outras fontes – esta iniciativa publicou em 2011 uma norma com os objetivos seguintes: (ANZRS)

- Estabelecer requisitos mínimos de conformidade para os conteúdos BIM criados em *Revit*®, partilhados ou vendidos na Austrália e Nova Zelândia, por forma a constituir uma medida de garantia da qualidade desses conteúdos.
- Fornecer regras de boa prática para utilizar e modelar conteúdos BIM em *Revit*®;
- Estabelecer uma coleção extensiva de parâmetros partilhados (*Shared Parameters*) associados às famílias de objetos.

A ANZRS é constituída por um pequeno comité de 3 individualidades provenientes de diferentes empresas da indústria AECO e que fizeram desta iniciativa uma norma de gestão e criação de conteúdos/objetos/famílias BIM, baseando-se em orientações já existentes produzidas pela Autodesk®, *The Revit Content Model Style Guidelines*. O público-alvo da ANZRS são empresas de Arquitetura, *design* de interiores, Engenharia de Estruturas ou outros serviços, e também empresas de modelação e criação de conteúdos BIM. Assim, este documento apenas aborda um tema muito específico no contexto da metodologia BIM.

O conteúdo da ANZRS segue uma estrutura a qual dispõe: requisitos mínimos de conformidade gerais que os conteúdos BIM devem cumprir; requisitos de conformidade específicos às disciplinas de Arquitetura (incluindo *design* de interiores), Estruturas e MEP (incluindo infraestruturas hidráulicas, elétricas e mecânicas) que os conteúdos BIM devem cumprir; tabelas de *shared parameters* a utilizar por cada disciplina; categorias e subcategorias de objetos nas quais os conteúdos BIM devem fazer parte; características avançadas que os criadores de conteúdos BIM podem ter em consideração; e por fim, regras de boa prática, truques e dicas recomendadas para cumprir os requisitos especificados nas seções anteriores da norma. (Louw, et al., 2012)

Esta norma tem sido aceite por inúmeras empresas locais e o interesse em otimizar o seu conteúdo é constante. O comité mantém diálogo com outras importantes iniciativas BIM nacionais e internacionais, como a *Air Conditioning and Mechanical Contractors Association (AMCA) BIM-MEP^{AUS}*, *AEC(UK) BIM Standard* e a *BuildingSmart*. (ANZRS)

CRC-CI - National Guidelines for Digital Modelling

Em 2009 surgiu uma das primeiras iniciativas de difusão do BIM na Austrália – a publicação do *National Guidelines for Digital Modelling*. Este Guia de âmbito nacional foi o resultado

de um programa de investigação levado a cabo pelo centro *The Cooperative Research Centre For Construction Innovation (CRC-CI)*, substituído posteriormente pelo seu sucessor denominado *Sustainable Built Environment National Research Centre (SBEncr)*. Foi elaborado com o principal objetivo de estimular e auxiliar a implementação de tecnologias e metodologias BIM na indústria da construção Australiana. A figura seguinte demonstra graficamente a visão perspetivada pelo Guia acerca da integração do BIM nas práticas da construção.

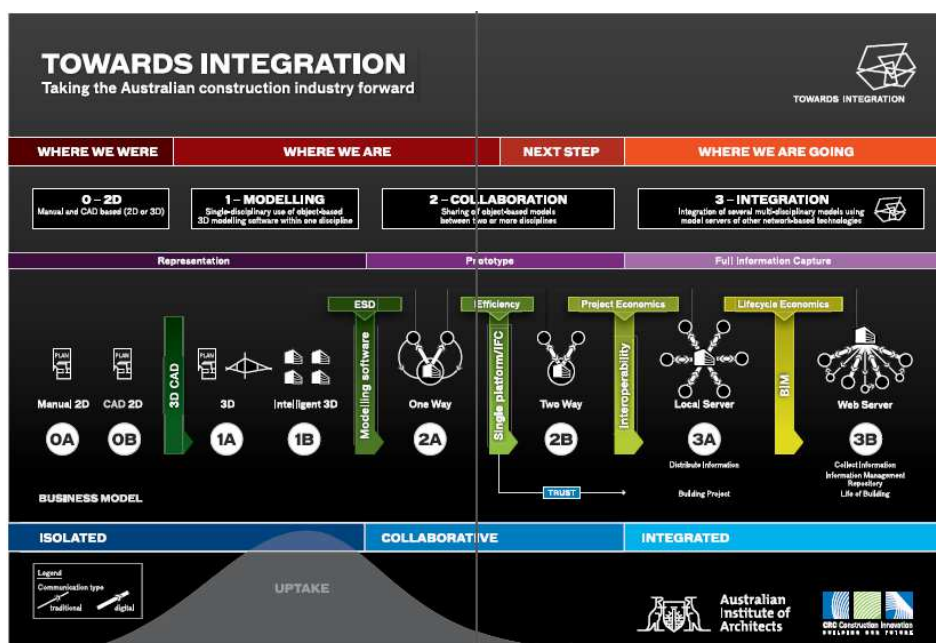


Figura 11 - Towards Integration Roadmap (AIA-The Australian Institute of Architects; AIA's Integrated Practice Taskforce; CRC-CI- The Cooperative Research Centre For Construction Innovation) (National Guidelines for Digital Modelling, 2009)

Este roadmap é constituído por 4 fases principais, cada uma delas dividindo-se em 2 subfases:

Stage 0 – 2D documents (Etapa 0 - Documentos em 2D)

- 0A - Manual drafting (Desenho Manual)
- 0B - CAD 2D drafting (Desenho 2D em CAD)

Stage 1 – Modelling (Etapa 1 - Modelação)

- 1A – 3D CAD modelling (modelação em CAD 3D)
- 1B – intelligent 3D modelling (modelação 3D inteligente)

Stage 2 – Collaboration (Etapa 2 – Colaboração)

- 2A – One-way collaboration (colaboração unidireccional)
- 2B – Two-way collaboration (colaboração bidireccional)

Stage 3 – Integration (Etapa 3 – Integração)

- 3A – Local server (servidor local)
- 3B – Web-based server (servidor web)

As fases 1B, 2A e 2B são o principal foco do *National Guidelines for Digital Modelling*. Este documento pretende ser visto de duas perspetivas, como um manual que descreve diversos conceitos relacionados com a metodologia BIM e como um Guia que dispõe recomendações e regras de modelação, manuseamento e desenvolvimento de modelos BIM. O seu conteúdo apresenta-se estruturado em três secções. A secção 1 demonstra a visão global do BIM. Explica de que maneira ele afeta a metodologia tradicional de trabalho, identifica os requisitos necessários para conceber Projetos tendo por base um processo totalmente colaborativo, descreve de que maneira a utilização de ficheiros em formato aberto (*open format*) como o IFC, suportam a implementação de novos processos e como desempenham um papel essencial na transmissão da informação digital, desde a fase conceptual até à fase de exploração/gestão/manutenção das edificações. No final desta secção são abordadas questões relativas aos procedimentos de colaboração digital, aos tipos de modelos BIM que podem existir, aos seus níveis de detalhe, às propriedades dos objetos que os constituem e questões relativas à gestão de modelos BIM. O conteúdo desta primeira secção tem maior relevância para clientes/donos de obra, gestores ou líderes de Projeto assim como para utilizadores diretos do BIM. Já a secção 2 e 3 é direccionada para *BIM Managers*, profissionais

técnicos ou profissionais de obra, uma vez que constitui a parte mais prática do documento. Nestas secções encontram-se recomendações e orientações respeitantes a aspetos-chave de criação e desenvolvimento de modelos digitais e sua posterior utilização para medições e simulações de diferentes géneros, como por exemplo, análise estrutural, simulação de desempenho energético, entre outros (National Guidelines for Digital Modelling, 2009).

New Zealand BIM Handbook

Com a missão de aumentar os níveis de adoção do BIM na indústria da construção da Nova Zelândia foi nomeado um comité, formado por uma aliança de âmbito nacional que envolve associações profissionais e o Governo, denominado *BIM Acceleration Comitee*. Com o patrocínio de uma Organização pública responsável pela melhoria contínua da qualidade do sector da construção – a *Productivity Partnership and Branz* – o comité teve por iniciativa publicar o *New Zealand BIM Handbook* em 2014. Este documento caracteriza-se por ser um Guia que foi produzido com os objetivos de promover a utilização da metodologia BIM em todo o ciclo de vida da construção, estabelecer no meio da indústria uma linguagem BIM comum e potenciar a colaboração entre os diversos intervenientes em ambas as fases, projeto e construção.

O conteúdo deste Guia aborda de uma forma geral os aspetos relacionados com a implementação BIM em âmbito de projeto, mais especificamente nas fases de projeto e de construção. Vê a implementação como algo que envolve pessoas, tecnologias, processos e políticas, visão esta partilhada por outros Guias da literatura BIM.

A metodologia de implementação BIM em Projeto sugerida por este Guia prevê a elaboração de um *Project BIM Brief* antes do início da execução do Projeto. A responsabilidade de elaborar este documento cabe ao cliente previamente ao primeiro contato com a equipa de

Projeto. Esta abordagem consta também no *NATSPEC National BIM Guide* mencionado em páginas anteriores. Assim, o *Project BIM Brief* consiste num documento formal cujo seu objetivo é descrever o Projeto quanto às suas principais características considerando a implementação do BIM na sua execução. É essencial que nele sejam incluídos os objetivos e benefícios da utilização do BIM, ambicionados pelo cliente.

A elaboração de um *BIM Execution Plan (BEP)* é considerado por este Guia um aspeto-chave no sucesso da implementação BIM num Projeto. Deve resultar de um trabalho de planeamento em equipa e de forma colaborativa entre todos os intervenientes e deve-se basear nas exigências do *Project BIM Brief*. Ao contrário do *NATSPEC National BIM Guide*, o *New Zealand BIM Handbook* prevê a compilação de apenas um BEP para todo o Projeto, que é transmitido da fase de projeto para a fase de construção na qual são adicionados os aspetos relativos ao planeamento da execução do Projeto em BIM para a fase de construção. O BEP é considerado por este Guia como um documento vivo que evolui à medida que o Projeto avança para conter as mais recentes indicações associadas ao planeamento da execução do Projeto. Esta particularidade é comum ao *NATSPEC National BIM Guide* e a outros documentos.

O *New Zealand BIM Handbook* é um documento principal que vem acompanhado de uma série de documentos que lhe servem de apêndice. Enquanto que no documento principal são fornecidas orientações gerais acerca do planeamento da implementação BIM em projeto, os documentos em apêndice abordam de forma detalhada aspetos constantes no primeiro, nomeadamente, as metodologias de documentação e modelação, a definição dos vários usos do BIM, a definição do conceito LOD, entre outros. Adicionalmente, são disponibilizados um conjunto de casos de estudo nos quais foram seguidas as orientações/regras do Guia e pretendem servir como forma de o validar e o acreditar perante a comunidade. (New Zealand BIM Handbook, 2014)

2.7.2. BRASIL

Os dados do relatório da McGraw Hill (2014) (McGraw Hill Financial, 2014) comprovam que apesar do Brasil ser um país relativamente novo na utilização do BIM, tem sido despoletada alguma dinâmica na sua implementação. Isto deve-se ao facto que existem inúmeras empresas internacionais a operar no país e que estão a elevar os níveis de implementação BIM na indústria. Para além disso, eventos como a *FIFA World Cup 2014* e os Jogos Olímpicos 2016, têm contribuído para o ânimo do sector da construção e consequentemente para a procura de novas metodologias de trabalho. Contudo, está a faltar à indústria da construção liderança e uma abordagem coordenada por parte do governo para a efetiva implementação do BIM. (Smith, 2014)

Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM, Fascículo I

Sob a iniciativa do Grupo de Trabalho BIM da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) e com o apoio do Conselho de Arquitetura e Urbanismo, foi publicado em 2013 o Guia AsBEA, fascículo I. Este documento aborda a implementação BIM no âmbito organizacional, mais precisamente em gabinetes de Arquitetura. O seu objetivo é assim, orientar os gabinetes na integração do BIM na sua atividade.

À semelhança do NATSPEC *Getting Started with BIM* (National Specification Construction Information, 2014), o Guia AsBEA vê a implementação BIM como uma mudança cultural da Organização que envolve a tecnologia, as pessoas e os processos organizacionais. Porém, este Guia não expõe um procedimento organizado e estruturado para implementar o BIM.

Defende que a implementação BIM nos gabinetes deve ser feita somente por intermédio de um plano que contenha: os objetivos que a Organização pretende atingir com a implementação BIM; uma metodologia de implementação; o planeamento da infraestrutura tecnológica; o planeamento dos recursos humanos; e os prazos para a conclusão da implementação BIM.

O seu conteúdo desenvolve-se em torno de alguns aspetos básicos da implementação BIM, tais como: os Usos do BIM; os novos tipos de cargos, funções e responsabilidades associados à implementação BIM; a reestruturação dos ativos tecnológicos das empresas, nomeadamente *software*, *hardware* e rede de telecomunicações interna (incluindo servidores) e externa (ligação à Internet); a formação dos recursos humanos, especificando a organização, conteúdo e requisitos das ações de formação; a elaboração de manuais de boas práticas, vídeos tutoriais, *templates* e padrões para uso interno; a organização da biblioteca que contém objetos/componentes BIM, incluindo a estruturação de pastas no servidor e a nomenclatura de ficheiros; e por fim, os tipos de modelos BIM correntemente utilizados.

Relativamente ao tema de integração da metodologia BIM no fluxo de trabalho das empresas (referindo-se portanto aos processos organizacionais), a abordagem do Guia é muito generalizada e simplificada remetendo o assunto para uma publicação de um fascículo posterior de nome Fluxo de Projeto em BIM. (Grupo Técnico BIM - AsBEA, 2013)

O Guia AsBEA apresenta uma proposta direcionada para a implementação BIM na Organização, que vê esta ação de uma perspetiva global, não entrando por isso em grandes detalhes. Não é feita qualquer alusão à abordagem de que a implementação BIM pode ser vista como um processo contínuo que acompanha toda a vida da Organização e que é constantemente replaneado. Não refere também a necessidade de estabelecer uma eficiente estratégia comercial que permita à empresa vender os seus produtos BIM.

2.7.3. CHINA

A implementação BIM na indústria AECO da China encontra-se ainda nas fases iniciais. As empresas de Construção são as que estão a adotar o BIM mais rápido do que as empresas de Arquitetura ou Engenharia. Maior parte dos profissionais destas últimas veem o BIM como trabalho adicional em vez de uma nova forma de trabalho, pelo que há falta de incentivos à implementação. Existem também consideráveis barreiras impostas pela dificuldade em mudar os métodos tradicionais que assentam em leis que decretam a separação da fase de projeto da fase de construção para maior parte dos Projetos, e que impossibilitam envolver o Construtor na fase de projeto. Esta situação inibe a implementação de abordagens colaborativas defendidas pelo BIM. (Smith, 2014)

CIC Building Information Modelling Standards (CICBIMS) – Draft 5.0

Em Dezembro de 2014 foi por iniciativa do instituto *The Hong Kong Institute of Building Information Modelling (HKIBIM)* que a versão 5.0 desta norma foi publicada como rascunho, com o intuito de ser avaliada e criticada pela indústria tendo em vista a sua melhoria. O seu assunto é maioritariamente constituído por regras de aplicação obrigatória e também por orientações facultativas. O seu conteúdo desenvolve-se ao longo de 4 capítulos principais, partindo da premissa fundamental que o planeamento, implementação, gestão e controlo da utilização do BIM num projeto exige o envolvimento, liderança e orientação do cliente, juntamente com a colaboração dos consultores (Arquitetura, Engenharia ou outros) e com o Construtor.

No início do primeiro capítulo são expostas diretivas que normalizam as fases mais preliminares do Projeto em aspetos como o planeamento da execução do Projeto, a especificação dos requisitos do cliente para o Projeto e a compilação de dois Planos de Execução de Projeto, um para a fase de projeto e outro para a fase de construção – conhecido na literatura BIM como *Project Execution Plan (PxP ou PEP)*. É da responsabilidade dos consultores elaborar o PxP para a fase de Projeto, após a solicitação de serviços por parte do cliente. Para a fase de construção cabe ao construtor a tarefa de preparar e submeter o respetivo PxP ao cliente, após este proceder à emissão do contrato principal de construção. As figuras seguintes demonstram a interação cliente-consultor no processo de compilação do PxP para a fase de projeto, e a interação cliente-consultor-construtor no processo de compilação do PxP para a fase de construção. (The Hong Kong Institute of Building Information Modelling, 2014)

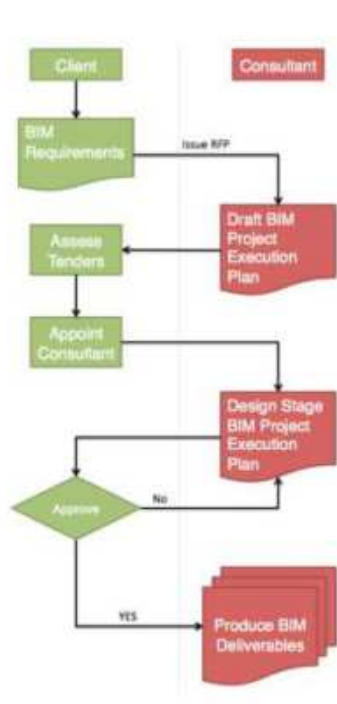


Figura 12.a - Interação cliente-consultor no processo de compilação do PxP para a fase de projeto. (The Hong Kong Institute of Building Information Modelling, 2014)

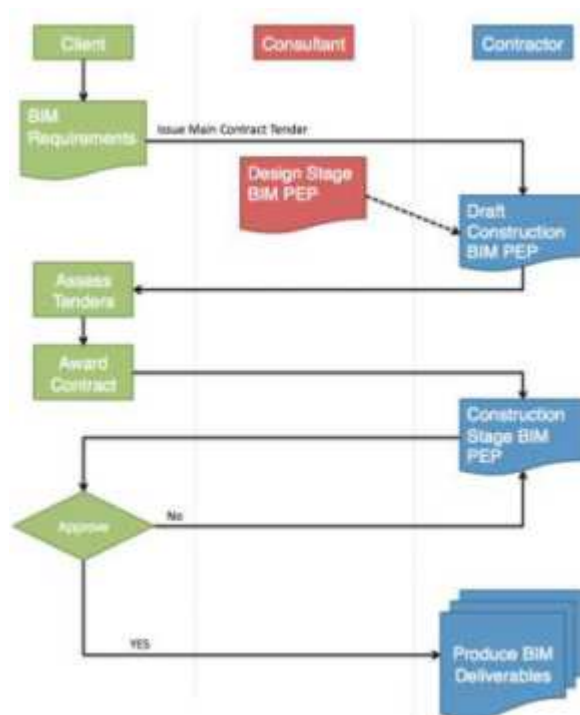


Figura 12.b - Interação cliente-consultor-construtor no processo de compilação do PxP para a fase de construção. (The Hong Kong Institute of Building Information Modelling, 2014)

A abordagem proposta por esta norma pressupõe uma divisão do PxP assim como das responsabilidades de o elaborar. Não é por isso seguida a proposta de outros documentos da literatura BIM que defendem o planeamento da execução do Projeto em BIM como algo que deve ser levado a cabo com o envolvimento de todos os intervenientes no Projeto e que é da responsabilidade de todos elaborar o PxP.

Este primeiro capítulo finaliza com a especificação detalhada dos itens de planeamento que devem constar no PxP de ambas as fases. Esses itens são:

- Informação do Projeto;
- Requisitos BIM do Cliente;
- Funções BIM, responsabilidades e autoridade dos indivíduos envolvidos;
- Processo de execução do projeto em BIM;

- Procedimentos de colaboração em BIM;
- Soluções de *Software*, *Hardware* e rede de telecomunicações.

No capítulo 2 são dadas indicações e regras relacionadas com os modelos BIM das disciplinas de Arquitetura, Engenharia de Estruturas e MEP, referindo-se a elas como a metodologia de modelação. Elas indicam como os modelos devem ser criados, estruturados, divididos e publicados (partilhados). Neste capítulo estão ainda incluídas de forma genérica orientações relativamente aos procedimentos de colaboração e de trocas de informação digital. A norma não exige a implementação de um procedimento específico, pelo que as orientações dadas seguem no sentido de estabelecer características que devem ser atendidas, qualquer que seja o procedimento de colaboração e de trocas de informação digital implementado.

No terceiro capítulo é exposto o conceito LOD (*Level of Development*). Nele estão identificados e caracterizados os diferentes níveis de desenvolvimento que fazem parte do conceito e que constam na especificação técnica *Level of Development Specification* (Level of Development Specification - For Building Information Modelling, 2013) desenvolvida pelo instituto Americano dos Arquitetos (*The American Institute of Architects – AIA*). Para cada tipo de elemento (paredes, vigas, pisos, pilares, escadas, elevadores) está descrita a informação e as características que devem possuir para atingir determinado LOD. São ainda fornecidas tabelas padrão para registo dos LOD dos elementos de cada tipo de modelo BIM afeto a determinada fase do ciclo de vida da construção. Essas tabelas constituem uma ferramenta que auxiliam o planeamento da execução do Projeto em BIM.

O capítulo final contém regras que determinam aspetos relacionados com o estilo de apresentação dos modelos BIM e dos seus componentes, bem como regras que obrigam a que o modelo BIM global representativo do Projeto seja constituído pela interconexão de vários modelos BIM que representam um aspeto particular do Projeto. Desta forma o espaço

de armazenamento que o modelo BIM global ocupa é reduzido. Por fim, é apresentada a título de exemplo uma solução para estruturar as pastas que contêm toda a informação digital do Projeto. São ainda elencadas regras direcionadas para a produção, compilação, composição, nomenclatura, estilo de apresentação e detalhe de desenhos técnicos. (The Hong Kong Institute of Building Information Modelling, 2014)

A CICBIMS revela-se uma norma muito abrangente que aborda com relativo detalhe questões técnicas e práticas da implementação, tais como as regras de modelação ou o conceito LOD. Está muito bem organizada e estruturada expondo o conteúdo de uma forma que permite uma consulta fácil e expedita.

2.7.4. SINGAPURA

Singapura é um dos países que tem impulsionado mais a implementação BIM na Indústria AECO. Inclusive, por intermédio da autoridade da construção denominada *Building and Construction Authority (BCA)*, desenvolveu uma estratégia para implementar o BIM em larga escala nos Projetos públicos até ao presente ano. Para além disso, o governo tem tomado uma série de iniciativas como a criação do fundo *Construction Productivity and Capability Fund (CPCF)* tendo em vista o BIM, e a criação do programa *CORENET – Construction and Real Estate Network*. Este programa foi estabelecido como uma iniciativa estratégica para conduzir a transformação na indústria através do uso de tecnologias de informação. Algumas particularidades interessantes do CORENET são por exemplo o desenvolvimento de uma plataforma *online* que permite a partilha de informação entre todos os participantes de um Projeto e que incorpora também um sistema que permite a

Engenheiros e Arquitetos verificar a conformidade regulamentar dos seus modelos BIM representativos de um edifício. (Smith, 2014)

Singapore BIM Guide Version 2

Por iniciativa da BCA foi publicado em 2012 a versão 1 do *Singapore BIM Guide*, revista em 2013 para a versão 2. Este documento é um Guia de referência que determina os papéis e as responsabilidades das entidades intervenientes num Projeto nas suas diversas fases, quando se recorre à metodologia BIM. Pressupõe o desenvolvimento de um *BIM Execution Plan (BEP)* que inclua os detalhes do planeamento da implementação BIM e remete a responsabilidade de o elaborar a todos os intervenientes presentes no Projeto e àqueles que se vão juntando à sua execução. O Guia dá ainda indicações para que se faça referência do BEP no contrato principal do Projeto para aprovar a sua legalidade. Para o fazer a BCA dispôs um documento denominado *BIM Particular Conditions* que deve ser anexado ao contrato do Projeto quando o BIM é adotado.

O *Singapore BIM Guide* é também um documento de carácter prático. Estão dispostas orientações relativas à modelação de objetos e à criação de modelos BIM, para cada disciplina. Para além disso, este Guia tem a particularidade de que assume a implementação de um determinado procedimento de colaboração e de troca de informação digital (ver figura seguinte) o que o diferencia dos documentos expostos até agora.

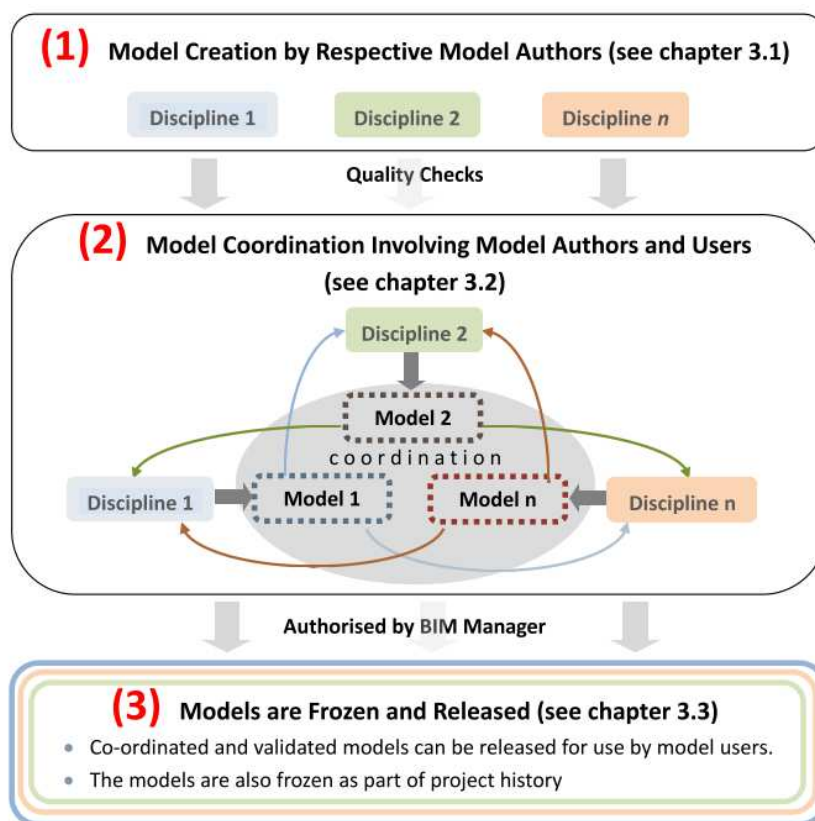
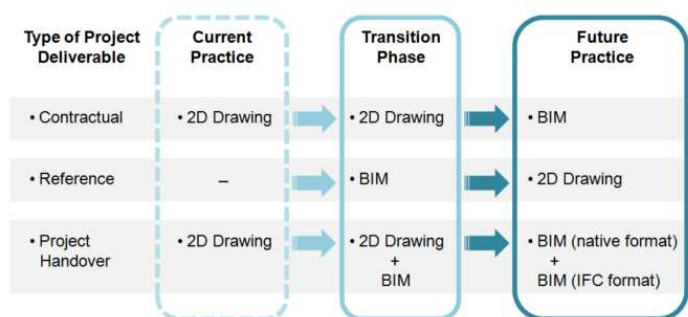


Figura 13 - Procedimento de colaboração proposto pelo Singapore BIM Guide.

O referido procedimento está dividido em 3 ações principais que se podem concretizar ao longo da execução do Projeto. Tudo tem início na criação de modelos individuais para cada disciplina (1). Esses modelos são desenvolvidos pelos seus autores até determinado ponto que corresponde à data agendada para se proceder à sua partilha e coordenação. O avanço para a próxima etapa, coordenação de modelos e partilha de informação (2), está dependente da verificação da conformidade e da qualidade dos modelos BIM individuais. Nesta etapa os modelos elaborados por cada disciplina são coordenados num ambiente colaborativo e disponível a cada interveniente. Cada entidade responsável por determinado modelo individual partilha informação com as restantes e desta forma são resolvidas questões, como por exemplo, conflitos entre especialidades (por intermédio de *clash detection*). Da conclusão deste processo resultam modelos BIM coordenados, que sob a análise e autorização do BIM Manager podem ser bloqueados (impedindo a sua edição) e podem ser emitidos (3). No

primeiro caso os modelos BIM são arquivados juntamente com o historial do Projeto e no segundo caso são disponibilizados às partes autorizadas a utilizá-los no Projeto – são os *model users* identificados na figura.

A indústria AECO de Singapura está a ultrapassar uma fase de transição, da metodologia tradicional para a metodologia BIM. Isto significa que as entregas de projeto em desenhos 2D típicas da metodologia tradicional estão a ser substituídas por entregas de projeto BIM, ou seja por modelos BIM.



The changing status of 2D drawings and BIM from current to future practice

Figura 14 – Transição das entregas de Projeto em 2D para as entregas de Projeto BIM na indústria AECO de Singapura.

A figura demonstra o que era a prática corrente em que os desenhos 2D faziam parte da documentação contratual e das entregas de Projeto, e a prática visionada para o futuro em que os modelos BIM substituem os desenhos 2D, colocando-os apenas como documentos de referência do Projeto. Encontrando-se a indústria na fase de transição, os desenhos 2D ainda persistem como parte da documentação contratual, contudo os modelos BIM são já admitidos não só como uma referência mas também como uma entrega de Projeto.

Este panorama é descrito no *Singapore BIM Guide*, com o objetivo de introduzir recomendações relativas à produção e entrega de desenhos 2D e de modelos BIM. O Guia coloca em evidência a necessidade de que a indústria tem de introduzir normas

universalmente aceites que regulamentem a produção de desenhos 2D e modelos BIM antes de utilizar os produtos BIM como parte da documentação contratual.

No que toca ao controlo e garantia da qualidade dos modelos BIM, o Guia sugere a elaboração de um plano que considere os seguintes aspetos:

- A conformidade dos modelos BIM face às orientações ou regras de modelação planeadas para o Projeto;
- A validade dos dados que são introduzidos nos modelos BIM;
- A deteção de conflitos entre especialidades;
- A validade dos dados que constam no modelo BIM coordenado e emitido.

A modalidade de contratação acordada para o Projeto tem influência, como já diversas vezes mencionado, na execução do Projeto em BIM. Para o *Singapore BIM Guide* essa influência exerce-se sobretudo nos modelos BIM globais produzidos para o Projeto. Assim, para a modalidade de contratação tradicional devem ser elaborados dois modelos BIM globais, um para a fase de projeto e outro para a fase de construção. No caso de outras modalidades de contratação em que é possível envolver todos os intervenientes do Projeto logo nas fases iniciais, apenas é necessário produzir um modelo BIM global que abrange a fase de projeto e a fase de construção. Quanto ao planeamento da execução do Projeto em BIM, o Guia indica que apenas há necessidade de elaborar um BEP que compreenda a fase de projeto e a fase de construção. (Building and Construction Authority, 2013)

BIM Essential Guide – For BIM Execution Plan

A BCA em complemento ao *Singapore BIM Guide* publicou uma série de documentos que abordam a metodologia BIM de diferentes perspectivas, denominados de *BIM Essential Guides*. Um deles é o *BIM Essential Guide for BIM Execution Plan*, publicado em 2013. O seu conteúdo compreende um procedimento de elaboração passo-a-passo de um BEP. Enumera ainda os seguintes aspetos que o BEP deve incluir:

- Informação do Projeto;
- Intervenientes (ou membros) do Projeto;
- Objetivos do Projeto;
- Usos BIM a implementar para cada fase do Projeto;
- Entregas de Projeto em BIM para cada Uso BIM;
- Autor e utilizadores dos modelos BIM associados a cada entrega de Projeto BIM;
- Elementos dos modelos BIM, nível de detalhe e atributos de cada entrega de Projeto BIM;
- Procedimentos de criação, manutenção, colaboração e emissão de modelos BIM;
- Recursos tecnológicos.

Este *BIM Essential Guide* inclui também um *template* devidamente formatado e organizado que pode ser utilizado como padrão para elaborar o BEP. Em apêndice são ainda disponibilizadas tabelas para registo dos Usos BIM, dos autores e utilizadores dos modelos associados às entregas de Projeto em BIM, e dos atributos dos elementos dos modelos BIM associados a cada disciplina. No último apêndice do Guia estão constantes novamente as mesmas regras de modelação já mencionadas no *Singapore BIM Guide*. (Building and Construction Authority, 2013)

BIM Essential Guide – For C&S Consultants

O *BIM Essential Guide for C&S Consultants* é mais um Guia da série dos *BIM Essential Guides*. Publicado em 2013, o objetivo deste documento é prestar auxílio aos Engenheiros Civis do perfil de Construções e do perfil de Estruturas (*Civil and Structural Engineers – CES*) no desenvolvimento dos modelos BIM num Projeto de construção nova ou de reabilitação. O seu conteúdo maioritariamente gráfico demonstra os Usos possíveis do BIM para as várias fases do Projeto. São dadas recomendações relativas à disciplina de Estruturas, para que a partir da correta criação dos modelos BIM se possam conceber modelos analíticos válidos sobre o ponto de vista da Análise de Estruturas. (Building and Construction Authority, 2013)

BIM Essential Guide – For BIM Adoption in an Organization

O âmbito deste Guia, também publicado em 2013, focaliza-se na implementação BIM numa Organização. O seu conteúdo considera que o planeamento da implementação BIM deve abordar as categorias seguintes:

- Liderança;
- Planeamento;
- Informação;
- Pessoas;
- Processos;
- Clientes;
- Resultados

Assim, o Guia fornece um procedimento de implementação BIM que se desenvolve em 7 passos baseado nestas categorias.

- Passo 1 – Liderança

O primeiro passo do procedimento consiste em envolver, logo à partida, os indivíduos da gestão de topo da Organização. O Guia refere que eles desempenham um papel crucial na implementação já que devem orientar a Organização em direção à adoção do BIM. Porém, da perspetiva do Guia não são os únicos a planear a implementação BIM, pelo que deve ser nomeado e a responsabilizado um comité BIM liderado pelos gestores de topo e constituído por indivíduos dos vários níveis hierárquicos da estrutura organizacional. Esse comité deve prestar apoio em todo o processo.

- Passo 2 – Planeamento

Este passo compreende que o comité BIM elabore um programa de adoção do BIM. Esse programa deve conter aspetos essenciais como: a visão do comité quanto à futura utilização do BIM; os objetivos que se pretendem atingir com a sua implementação; os requisitos necessários de *hardware* e *software*; a metodologia planeada para lidar com a resistência à mudança dos colaboradores. O objetivo do programa de adoção é impulsionar a Organização do estado atual caracterizado pela inexistência ou reduzida existência do BIM para um estado

futuro em que o BIM está efetivamente implementado, e é utilizado de forma inovadora e generalizada.

- Passo 3 – Informação

No decorrer da execução de um Projeto em BIM, a informação tem de ser consistentemente desenvolvida. Neste passo o comité deve por isso definir claramente padrões/normas internas de criação dos modelos BIM afetos a determinada fase particular do Projeto. Esses padrões devem definir de forma clara quais os modelos que são necessários criar e como criar esses modelos. Além disso, é necessário estabelecer um sistema que assegure a sua qualidade e conformidade. Por último o comité deve ainda planear como será gerida toda a informação produzida. Uma das tarefas é implementar uma estrutura de pastas juntamente com uma convenção de nomenclatura de ficheiros, de utilização obrigatória em situação de projeto.

- Passo 4 – Processo

Este passo compreende que o comité BIM defina os contornos de um processo de execução de Projeto em BIM para um Projeto típico. Esse processo considerado como um padrão deverá fazer referência às possíveis entregas de Projeto em BIM associadas a cada fase do Projeto.

- Passo 5 – Pessoas e Capacidade

O passo 5 do procedimento de implementação do Guia é elaborar um mapa de competências BIM e um *roadmap* de ações de formação a cumprir. O mapa é considerado como um importante item que permite ao comité registar as competências e os conhecimentos dos profissionais relativamente quer à metodologia BIM quer à utilização de *software* BIM. A partir da sua análise é possível determinar qual o nível de experiência em BIM dos profissionais e posteriormente elaborar um *roadmap* de ações de formação que orientam a Organização no desenvolvimento de novas competências.

- Passo 6 – Abordagem ao Cliente

É neste passo que o Guia focaliza a implementação BIM em Projeto sob o ponto de vista organizacional. São dadas algumas indicações relativamente ao BEP, quanto ao seu conteúdo e quanto à importância de elaborar um BEP para um Projeto. É feita referência ao *BIM Essential Guide – For BIM Execution Plan*. Neste passo a Organização deve por isso participar ativamente na compilação do BEP e estabelecer e anexar à documentação contratual as suas condições particulares relativamente aos seus serviços BIM (*Particular Conditions For BIM*).

- Passo 7 – Resultados

O último passo do procedimento consiste na análise dos resultados do programa de adoção do BIM, por intermédio de indicadores-chave de desempenho (designados como *Key Performance Indicators – KPI*) que permitem avaliar o sucesso do programa de adoção do

BIM. O Guia expõe alguns indicadores relacionados com o desempenho ao nível de Projeto, ao nível organizacional e ao nível da capacidade dos profissionais.

O *BIM Essential Guide for BIM Adoption in an Organization* sugere um procedimento de implementação relativamente simplificado e que aborda aspetos cruciais que constam noutros documentos do género. Porém, não é dada nenhuma indicação relativa à forma como a Organização deve planear a sua área comercial e de *marketing* para publicitar os novos serviços BIM. Também não são dadas indicações relativamente à preparação da Organização para a implementação BIM.

Algumas orientações dadas no procedimento de implementação sugerem que a difusão do BIM na Organização ocorra por intermédio de dinâmicas de difusão *top-down* e de *bottom-up*. Isto está evidente logo no início do procedimento de implementação ao determinar que o primeiro passo para a implementação BIM é garantir o envolvimento da gestão de topo, o que promove a difusão *top-down* do BIM. Adiante o Guia propõe a formação de um comité BIM composto por membros dos vários níveis hierárquicos incluindo os níveis mais operacionais. Esta medida propicia a difusão *bottom-up* do BIM.

Tal como maior parte da literatura analisada este Guia partilha da abordagem que a implementação BIM é algo que deve ser planeado, neste caso recorrendo a um plano de adoção. Esse plano deve ser ajustado às dimensões e complexidade da Organização e deve ser regularmente revisto e refinado para monitorizar e orientar a Organização em direção à adoção bem-sucedida do BIM. (Building and Construction Authority, 2013)

2.7.5. ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos é um dos países líder nos desenvolvimentos e implementação da metodologia BIM na indústria da construção. Atualmente, a *US General Services Administration (GSA)* é considerada como a entidade que mais promove iniciativas de implementação BIM. É responsável pela construção e operação de todos os edifícios federais dos Estados Unidos o que faz dela o maior cliente público do sector da construção. Em 2007 inclusive tornou obrigatória a utilização do BIM para validação de todos os seus Projetos quanto às disposições regulamentares dos espaços dos edifícios no âmbito do programa *Spatial Program Validation*. (Smith, 2014) Para além disso, existem ainda uma série de Guias e Normas BIM publicadas por vários projetos de investigação a cargo de parcerias entre empresas da indústria AECO, Universidades e Organizações públicas de âmbito nacional. (Caires, 2013)

CIC Pennsylvania State University – Planning Guide for Facility Owners (Version 2)

O *Planning Guide for Facility Owners* é um Guia de implementação BIM publicado em 2013 por iniciativa de uma Universidade estatal, a *Pennsylvania State University*, através do seu programa de investigação na área da construção denominado *Penn State Computer Integrated Construction (CIC) Research Program*. É uma iniciativa apoiada por diversas Organizações privadas, particulares e mesmo internacionais como a *Building Smart™ Alliance*.

O Guia foi desenvolvido com o propósito de orientar os proprietários de imóveis (*Facilities Owners*) na integração do BIM na sua Organização. O seu conteúdo apresenta uma abordagem estruturada em 3 procedimentos de planeamento sequenciais:

- Planeamento Estratégico

Compreende uma série de passos, cujo seu objetivo é estabelecer metas e objetivos da implementação BIM no âmbito organizacional e planejar uma estratégia para atingir essas metas e objetivos. O Guia sugere a nomeação de um comité de planeamento BIM constituído por representantes de diversos estratos hierárquicos da Organização, com a responsabilidade de conduzir o Planeamento Estratégico por intermédio da execução de 3 ações: avaliar o estado atual da Organização, estabelecer um nível de implementação BIM desejado, e desenvolver uma estratégia para avançar com a adoção do BIM. No final do Planeamento Estratégico o comité deverá conhecer a missão organizacional, a visão quanto à implementação BIM, os objetivos estratégicos da implementação BIM, o nível de maturidade atual da implementação BIM, os Usos BIM (BIM Uses) a implementar, o nível de maturidade futuro da implementação BIM adequado às capacidades da Organização, e a estratégia para integrar o BIM no modelo de negócio da Organização.

Para avaliar o atual nível de maturidade e registar o futuro nível de maturidade BIM, o Guia fornece uma ferramenta métrica designada de *Capability Maturity Model (CMM)*.

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
		0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	11	0	25
Strategy	the Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.									
Organizational Mission and Goals	A mission is the fundamental purpose for existence of an organization. Goals are specific aims which the organization wishes to accomplish.	No Organizational Mission or Goals	Basic Organizational Mission Established	Established Basic Organizational Goals	Organization Mission which addressed purpose, services, values (at a minimum)	Goals are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Mission and Goals are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	3	0	5
BIM Vision and Objectives	A vision is a picture of what an organization is striving to become. Objectives are specific tasks or steps that when accomplished move the organization toward their goals	No BIM Vision or Objectives Defined	Basic BIM Vision is Established	Established Basic BIM Objectives	BIM Vision address mission, strategy, and culture	BIM Objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and Objectives are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	2	0	5
Management Support	To what level does management support the BIM Planning Process	No Management Support	Limited Support for feasibility study	Full Support for BIM Implementation with Some Resource Commitment	Full support for BIM Implementation with Appropriate Resource Commitment	Limited support for continuing efforts with a limited budget	Full Support of continuing efforts	3	0	5
BIM Champion	A BIM Champion is a person who is technically skilled and motivated to guide an organization to improve their processes by pushing adoption, managing resistance to change and ensuring implementation of BIM	No BIM Champion	BIM Champion identified but limited time committed to BIM initiative	BIM Champion with Adequate Time Commitment	Multiple BIM Champions with Each Working Group	Executive Level BIM Support Champion with limited time commitment	Executive-level BIM Champion working closely with Working Group Champion	1	0	5
BIM Planning Committee	The BIM Planning Committee is responsible for developing the BIM strategy of the organization	No BIM Planning Committee established	Small Ad-hoc Committee with only those interested in BIM	BIM Committee is formalized but not inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee established with members from all operating units	Planning Committee includes members for all level of the organization including executives	BIM Planning Decisions are integrated with organizational Strategic Planning	2	0	5
BIM Uses	The specific methods of implementing BIM	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	4	0	10
Project Uses	The specific methods of implementing BIM on projects	No BIM Uses for Projects identified	No BIM Uses for Projects identified	Minimal Owner Requirements for BIM	Extensive use of BIM with limited sharing between parties	Extensive use of BIM with sharing between parties within project phase	Open sharing of BIM Data across all parties and project phases	3	0	5
Operational Uses	The specific methods of implementing BIM within the organization	No BIM Uses for Operations identified	Record (As-Built) BIM model received by operations	Record BIM data imported or referenced for operational uses	BIM data manually maintained for operational uses	BIM data is directly integrated with operational systems	BIM data maintained with operational systems in Real-time	1	0	5

Figure 2-3: Organizational BIM Assessment Profile

Figura 15 - Capability Maturity Model (CMM) do Planning Guide for Facilities Owners

É proposto pelo Guia que o comitê desenvolva um *roadmap* que demonstre graficamente as diretrizes estratégicas planejadas para implementar o BIM segundo uma escala constituída por marcos temporais.

- Planeamento da Implementação

Após o Planeamento Estratégico segue-se o Planeamento da Implementação, com o intuito de determinar e documentar orientações e procedimentos detalhados para implementar na prática o BIM. Segundo o Guia é necessário formar uma equipa de implementação BIM que terá a responsabilidade de planejar a implementação. Deverá ser constituída por alguns membros do comitê de planeamento BIM e por indivíduos responsáveis por implementar cada Uso BIM definido no plano estratégico. O Planeamento da Implementação a seu cargo passa por documentar os atuais processos de trabalho da Organização e a sua estrutura funcional, com o intuito de averiguar quais os processos que sofrerão alterações para suportar a implementação BIM. Assim, é possível desenvolver um plano de transição detalhado que leve à transição dos atuais processos de trabalho para os novos processos BIM.

Outra ação descrita no Guia que é da responsabilidade da equipa de implementação é documentar os requisitos relacionados com os modelos BIM e com a informação digital desenvolvida, ambos para utilização posterior na fase de exploração para *Facilities Management*. Tais requisitos têm a ver com os elementos ou objetos que os modelos BIM devem incluir e que tipo de informação respeitante a esses elementos deve ser desenvolvida ao longo da execução do Projeto, e qual o seu nível de desenvolvimento (LOD).

Determinar os requisitos de infraestrutura tecnológica faz parte do Planeamento da Implementação e é também da responsabilidade da equipa, segundo o Guia. Ela deverá preocupar-se em selecionar o software e o hardware para instalação que considere mais

adequado à Organização, tendo em conta fatores como o número e tipo dos postos de trabalho – móveis, fixos ou semifixos.

A última ação do Planeamento da Implementação é educar e treinar os recursos humanos. A equipa de implementação deve planejar entre outras coisas, as ações de formação necessárias, o seu âmbito e a quem se dirigem, e métodos para treinar os profissionais na utilização dos *softwares* BIM.

- Planeamento de Adjudicações:

O Planeamento de Adjudicações consta no Guia como o último procedimento para implementar o BIM no âmbito organizacional de uma empresa proprietária de imóveis. Esta, como cliente no processo de execução de um Projeto, deve transmitir adequadamente os seus requisitos e as suas exigências aos intervenientes do Projeto quanto à utilização do BIM para a execução do Projeto. O Planeamento das Adjudicações tem por objetivo fornecer um procedimento que permita aos clientes não só desenvolver a documentação contratual por forma a salvaguardar a utilização do BIM, mas também selecionar os intervenientes mais capacitados para executar o Projeto.

Apesar do Guia ter sido desenvolvido sob o ponto de vista da implementação BIM numa Organização proprietária de imóveis (*Facilities Owner*), o seu conteúdo pode com as devidas adaptações ser aplicado a outro tipo de Organizações nomeadamente Gabinetes de Engenharia ou Arquitetura.

O *Planning Guide for Facility Owners* não pretende fornecer um solução universal que sirva a qualquer Organização. Considera que cada caso é um caso e que o procedimento exposto deve ser adaptado conforme as necessidades de cada um. Este aspeto está constantemente

presente em toda a literatura revista. Considera também que a implementação BIM é um investimento que trará benefícios apenas a longo prazo e que é um processo que necessita de um constante planeamento. (Computer Integrated Construction Research Program, 2013)

CIC Pennsylvania State University – BIM Project Execution Planning Guide

A publicação em 2011 do *BIM Project Execution Planning Guide* foi uma outra iniciativa no âmbito do programa de investigação *Penn State Computer Integrated Construction (CIC) Research Program* da Universidade *Pennsylvania State University*. É um Guia orientado para a implementação BIM em Projeto que fornece um procedimento detalhado para planear a sua execução recorrendo à metodologia BIM e que está sequencialmente estruturado em 4 passos.

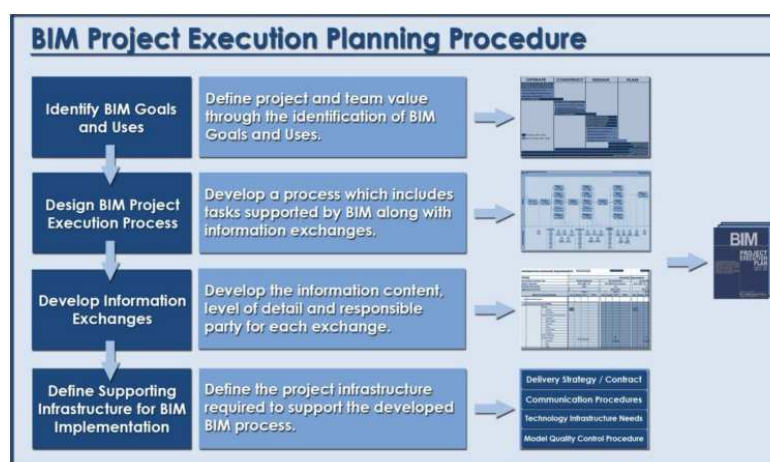


Figura 16 - Procedimento para planear a execução do Projeto em BIM. (Computer Integrated Construction Research Program, 2011)

- 1) Identificar os objetivos da implementação BIM em Projeto e determinar os Usos BIM;

Este primeiro passo consiste em definir qual a potencial mais-valia de implementar o BIM para o Projeto e para os seus intervenientes, através da determinação dos objetivos da implementação BIM. Segue-se a identificação e disposição por fase de Projeto dos Usos BIM a implementar e que são estreitamente dependentes dos objetivos anteriores, assim como a identificação da parte responsável pela sua execução. O Guia fornece um procedimento de seleção dos Usos BIM para identificar aqueles que serão efetivamente implementados no Projeto. Baseia-se na avaliação de determinadas características como os recursos, a competência e a experiência da parte responsável pela execução de determinado Uso BIM particular.

2) Conceber o processo de execução do Projeto BIM;

O próximo passo que consta no procedimento sugerido pelo Guia é desenhar mapas de processos que representam a execução do Projeto BIM. Os mapas têm por base itens principais como por exemplo os Usos BIM, as partes responsáveis pela sua implementação e as fases nas quais está planeada a sua implementação. Os mapas podem ser globais ou detalhados conforme o seu foco é a execução do Projeto como um todo ou é a execução de determinado Uso BIM, respetivamente. Está exposto no Guia um procedimento passo-a-passo de criação dos mapas globais e detalhados recorrendo à notação BPMN (*Business Process Modelling Notation*).

- 3) Determinar os requisitos associados às trocas de informação digital e de modelos BIM;

Cada Uso BIM pode ser visto como um processo em que a sua execução está dependente de *inputs* para gerar *outputs*, sob a forma de modelos BIM e de informação digital. Este passo consiste em determinar os requisitos associados às trocas desses conteúdos entre processos ou Usos BIM. O Guia apresenta um método que permite definir cada troca de informação digital quanto aos modelos BIM a serem partilhados, quais as partes responsáveis pela sua autoria e pela sua receção, quais os elementos/objetos e respetivo LOD que cada modelo BIM deve incluir e qual a fase em que deve ocorrer a troca de informação digital.

- 4) Definir a infraestrutura necessária para suportar a implementação BIM no Projeto.

Este último passo do procedimento consiste em compilar o *Project Execution Plan* que deverá conter para além dos conteúdos desenvolvidos nos passos anteriores, outros conteúdos nomeadamente:

- Informação do Projeto incluindo principais contatos;
- Requisitos do cliente para o Projeto e para a implementação do BIM;
- Responsabilidades e funções dos indivíduos para com a implementação BIM;
- Procedimentos acordados de colaboração;
- Sistema acordado para controlo da qualidade dos modelos;
- Requisitos de infraestrutura tecnológica;

- Modalidade de adjudicação acordada e documentação contratual.

O procedimento exposto foi concebido com base na visão do Guia acerca da implementação BIM em Projeto e que está graficamente representada na figura seguinte.

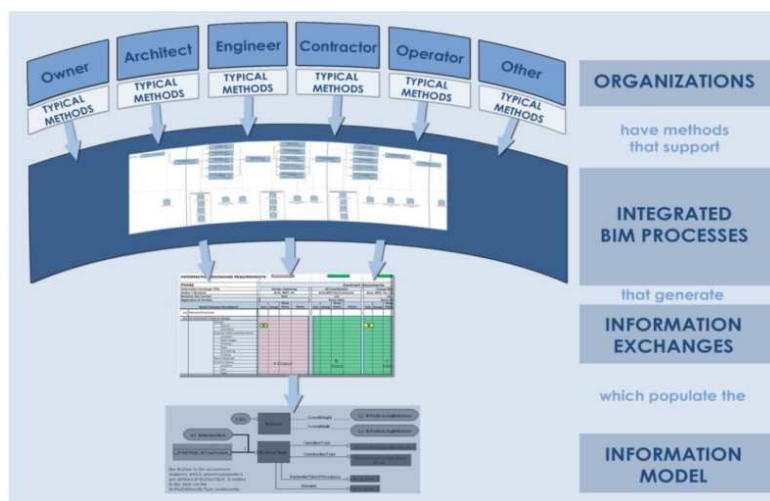


Figura 17 - Conceito do Planeamento da Execução do Projeto BIM. (Computer Integrated Construction Research Program, 2011)

Cada Organização possui os seus métodos típicos aos quais recorre para realizar os serviços que lhes foram adjudicados para o Projeto. Esta visão torna evidente o facto de que o sucesso da implementação BIM num Projeto está totalmente dependente da colaboração entre todos os intervenientes e da capacidade de cada Organização individual em adaptar os seus métodos típicos de forma a suportar o processo de execução do Projeto BIM.

O Guia defende a conceção de um *BIM Project Execution Plan* único e orientado para a fase de Projeto e para a fase de Construção independentemente da modalidade de adjudicação acordada. É defendido pelo Guia que o PxP é um documento vivo em constante atualização à medida que o Projeto avança e que a responsabilidade da sua elaboração/revisão cabe a todas as entidades intervenientes no Projeto, mesmo àquelas que se associam mais tarde à sua execução. Deve pois ser elaborado de forma colaborativa.

Pode ser ainda encontrado no conteúdo do Guia uma proposta de um programa de reuniões que são necessárias agendar para desenvolver o planeamento da execução do Projeto BIM e por consequência o *BIM Project Execution Plan*. O programa prevê 4 reuniões nas quais o assunto a abordar segue a estrutura do procedimento para planejar a execução do Projeto em BIM, anteriormente explicado. (Computer Integrated Construction Research Program, 2011)

National BIM Standard – NBIMS-US Version 2

A National Building Information Modeling Standard (NBIMS) é uma norma BIM de âmbito nacional orientada para a implementação BIM ao nível da indústria da construção. É uma iniciativa originalmente concebida em 2005 pelo comité *National Building Information Modeling Standard Committee* do conselho *National Institute of Building Sciences (NIBS) Facility Information Council (FIC)*. Posteriormente, o comité foi renomeado e atualmente é conhecido como *NBIMS-US Project Committee* e faz parte da *buildingSMART alliance*[®] que é um conselho do instituto NIBS. A sua missão é melhorar o desempenho das edificações ao longo de todo o seu ciclo de vida fomentando a criação de normas comuns e de formato aberto, e a integração de modelos digitais em todo o ciclo de vida da construção em toda a indústria AECO. (National BIM Standard)

A NBIMS-US está seccionada em 2 partes, uma em que o público-alvo são os fornecedores e produtores de software outra em que o público-alvo são todas as entidades que implementam o BIM na indústria da construção. O conteúdo da primeira parte apenas indica normas que são consideradas essenciais para cobrir todos os aspetos relativos ao desenvolvimento de software BIM e que podem ser normas de referência ou normas relacionadas com as trocas de informação. As primeiras são um conjunto de normas cujo o

seu desenvolvimento deve-se a Organizações de normalização aliadas à iniciativa NBIMS e regulamentam aspetos relativos ao formato de ficheiros IFC e outros do tipo *open format*, às tabelas que formam o sistema de classificação OmniClass™, e ao International Framework for Dictionaries Library/buildingSmart Data Dictionary. Este último consiste num esquema concebido e pensado com o principal propósito de estabelecer uma terminologia consistente e a nível internacional que permita definir nomes das diversas entidades ligadas à construção civil, como por exemplo elementos estruturais, materiais, sistemas, etc. As segundas são um conjunto de normas escritas pelo NBIMS-US project committee com o objetivo de normalizar a gestão e validação de dados, assim como conceitos relativos à partilha e trocas de informação. Definem como se processam as trocas de informação para tipos específicos de dados resultantes de análises à organização e disposição de espaços, ao desempenho energético e à extração de quantidades para estimativa orçamental.

A segunda secção direcionada para a implementação BIM, é constituída por documentos designados na NBIMS por Practice Documents. São o resultado da compilação de diversas práticas aplicadas com sucesso em vários Projetos BIM e que os profissionais implementadores do BIM podem usar para orientar os seus negócios. Podem ser também utilizados por proprietários de imóveis como auxílio para descrever os seus requisitos e expetativas relativas à implementação BIM nos seus Projetos.

O *Minimum BIM* é o primeiro assunto abordado nos *Practice Documents*. Este conceito pretende estabelecer uma forma de separar o que é que pode ser considerado BIM do que não pode. Ou seja, é estabelecido um nível de implementação mínimo que cada Organização deve cumprir para se considerar que efetivamente utiliza o BIM. A NBIMS disponibiliza um elaborado *Capability Maturity Model* para medir o nível de maturidade da implementação

BIM mediante a avaliação de um conjunto de áreas de interesse como por exemplo, a interoperabilidade dos softwares instalados e a utilização de IFC, a precisão e a importância da informação desenvolvida, entre outras.

Em seguida o assunto direciona-se para o planeamento da execução do Projeto BIM, o qual faz referência ao *BIM Project Execution Planning Guide* da *Pennsylvania State University*.

É exposto e explicado resumidamente o procedimento que consta neste Guia para planear e executar um Projeto em BIM. Depois como forma de validá-lo perante a NBIMS é apresentada a metodologia de desenvolvimento que deu origem ao Guia, juntamente com casos de estudo reais e entrevistas a profissionais de uma vasta lista de Organizações da indústria da construção civil que permitiram averiguar os índices de satisfação para com o conteúdo do Guia. A NBIMS aborda também os conteúdos típicos que um *Project Execution Plan (PxP)* deve ter, indicando mais uma vez o *BIM Project Execution Planning Guide* como o documento de referência. É apresentada a metodologia que foi seguida para se determinar os conteúdos típicos de um PxP constantes no Guia. (National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance, 2012)

A NBIMS revela-se uma norma muito complexa e muito abrangente, já que é formada por um conjunto extenso de documentação de referência que aborda diversos aspetos da metodologia BIM. A sua total compreensão requer um elevado nível de conhecimento dos conceitos por detrás da metodologia BIM e mesmo de características específicas da indústria AECO dos Estados Unidos.

The VA BIM Guide Version 1.0

Por iniciativa do gabinete *Office of Construction & Facilities Management (CFM)* pertencente ao departamento *Department of Veteran Affairs (VA)* dos Estados Unidos foi disponibilizado o *The VA BIM Guide*. A missão do gabinete CFM é providenciar ao próprio departamento VA os melhores serviços na área de estudos e Projetos, gestão de obras, preservação história e ambiental, assim como fornecer documentos normativos para Projeto e construção, para que os empreendimentos e edificações a cargo do departamento e que servem de apoio aos veteranos nacionais, sejam construídos respeitando os mais altos padrões de qualidade e possam ser geridos, mantidos, e explorados da forma economicamente mais eficiente.

O propósito do *VA BIM Guide* é orientar Arquitetos, Engenheiros, outros consultores, e Construtores na implementação BIM nos Projetos para o VA. A sua abordagem à implementação BIM partilha da ideia de que o planeamento da execução do Projeto recorrendo à metodologia BIM deve ser estruturado de tal maneira que suporte a modalidade de contratação acordada para a sua execução. Assim, tal como o *NATSPEC BIM Guide* obriga à elaboração de dois *BIM Management Plan (BMP)* quando está previsto que o Projeto se realize segundo o modelo tradicional ou outros próximos deste, um para a fase de projeto e outro para a fase de construção. Situações em que a execução do Projeto está assente em modalidades de contratação que promovem o envolvimento de todos os intervenientes em qualquer fase do ciclo de vida da construção (tal como o *Integrated Project Delivery IPD*), apenas será necessário elaborar um BMP. O BMP, mais uma vez é visto como um documento vivo que deve evoluir à medida que a execução do Projeto avança.

O Guia apresenta também as funções BIM que devem ser desempenhadas por determinados indivíduos e respetivas responsabilidades para com a execução do Projeto e para com o desenvolvimento do BMP. Inclui de forma detalhada as competências que determinado indivíduo deve possuir para desempenhar a função de BIM Manager. É apresentada uma

lista das suas responsabilidades quando este assume a gestão da implementação BIM em fase de projeto e quando assume a gestão da implementação BIM em fase de construção.

É apresentado no conteúdo do Guia uma série de Usos BIM, dos quais alguns são específicos ao tipo de Projetos do VA e outros são mais gerais e podem ser encontrados noutros documentos do género. Para cada um é fornecida uma descrição e orientações para a sua correta implementação.

São ainda dadas orientações relativas à partilha dos modelos BIM (da fase de projeto para a fase de construção passando pela fase de licitação de propostas para construção), aos procedimentos de colaboração, e relativas ao formato digital e estrutura dos modelos 3D.

O Guia termina com a apresentação dos requisitos de modelação e criação de modelos BIM, da estrutura de pastas que deve ser aplicada em cada Projeto, e dos requisitos para impressão de desenhos em papel. (Department of Veteran Affairs, 2010)

O VA BIM Guide aborda maior parte dos aspetos da implementação de uma forma bastante generalista, não entrando por isso em grandes detalhes. O seu âmbito restringe-se à implementação BIM em Projetos para o VA. Apesar disso, é um documento de referência já que foi da autoria de uma Organização pública e contempla outros documentos normativos de âmbito nacional como o caso da NBIMS.

2.7.6. REINO UNIDO

O governo do Reino Unido estabeleceu a mais ambiciosa estratégia para implementar o BIM na indústria AECO. O objetivo é transformar a indústria num líder BIM global em curto espaço de tempo, através de um programa avançado e centralizado na implementação BIM. A estratégia do governo do Reino Unido foi implementada em 2011 com a intenção de tornar

obrigatório até 2016 a utilização do BIM nos Projetos de obras públicas, cumprindo um plano de implementação faseado em 5 anos (Smith, 2014). Esta medida teve um impacto tremendo nas Organizações da indústria AECO, que se viram confrontadas com o problema de desenvolver as necessárias capacidades tecnológicas para cumprir com tal obrigatoriedade. Foi criado inclusive, um grupo de apoio designado de *BIM Task Group* para auxiliar clientes do setor público e para auxiliar a cadeia de fornecimento do setor privado a reinventar as suas práticas de trabalho para facilitar a implementação do BIM. (The Business Value of BIM in Australia and New Zealand: SmartMarket Report Managing Editor, 2014)

AEC (UK) BIM Protocols v2.0

A *AEC(UK) BIM Protocols* é uma norma da autoria da iniciativa *AEC(UK) CAD & BIM Standards* formada em 2000 com o objetivo de melhorar o processo de conceção, produção, gestão e partilha de informação. Inicialmente a iniciativa estava orientada apenas para a normalização CAD. Mais tarde, com o desenvolvimento de novas tecnologias houve a necessidade de reformular o seu comité (em 2009) o que lhe possibilitou desenvolver documentação normativa no âmbito da metodologia BIM. (AEC(UK) CAD & BIM Standards)

O propósito da norma *AEC(UK) BIM Protocols* é disponibilizar uma abordagem coordenada e consistente para trabalhar com o BIM, definir normas e boas práticas que assegurem a entrega e o desenvolvimento de informação e desenhos com qualidade e uniformidade ao

longo de todo o Projeto, e assegurar que os ficheiros BIM são estruturados corretamente para permitir a partilha eficiente de dados num ambiente colaborativo interno e externo transversal a todas as equipas envolvidas no Projeto. Assim, a norma é formada por um documento principal que aborda a implementação BIM num Projeto e por um conjunto de documentos separados que contêm recursos (como *checklists* ou orientações básicas) que prestam auxílio à compilação de um *BIM Execution Plan*, e regras específicas que focam a utilização dos vários softwares comerciais de modelação atualmente existentes. Toda a norma foi escrita de acordo com a regulamentação vigente no Reino Unido, incluindo os regulamentos BS1192:2007, PAS1192-2 e BS8541-1, e de acordo com procedimentos acreditados existentes e aplicados ao nível das empresas.

O documento principal da norma obriga à compilação de BIM Execution Plan (BEP) para cada Projeto. O seu principal objetivo é determinar como os aspetos de modelação do Projeto serão levados a cabo e como será formatado o modelo e a informação desenvolvida. Não é dada qualquer indicação relativamente à influência que a modalidade de contratação tem no BEP, portanto conclui-se que a AEC(UK) BIM Protocols considera que existe apenas um BEP para todo o Projeto e que compreende ambas as fases, de projeto e de construção. Relativamente à temática dos cargos BIM, suas funções e responsabilidades o conteúdo deste documento principal da norma aborda apenas 3 cargos BIM, *BIM Manager*, *Coordinator* e *Modeller*. Apresenta uma matriz que indica as funções e as responsabilidades afetas a cada um desses cargos.

	Strategic						Management				Production	
Role	Corporate Objectives	Research	Process + Workflow	Standards	Implementation	Training	Execution Plan	Model Audit	Model Co-ordination	Content Creation	Modelling	Drawings Production
BIM Manager	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N
Coordinator	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
Modeller	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y

Figura 18 – Matriz de competências. (2012)

Pela observação da figura constata-se que são considerados 3 âmbitos plausíveis, nos quais podem ser desempenhadas as funções dos cargos BIM: funções estratégicas, de gestão e de produção. A cada um desses âmbitos estão associadas as respectivas responsabilidades. Assim, na execução do Projeto recorrendo à metodologia BIM, o *BIM Manager* tem uma função maioritariamente estratégica, o *BIM Coordinator* assume uma função de gestão e o *BIM Modeller* um função de produção, ou seja, a nível mais operacional. Para cada cargo é fornecida uma descrição detalhada que explica a sua importância no desempenho das suas funções e na assunção das suas responsabilidades.

O assunto do documento principal da AEC(UK) BIM Protocols foca-se em seguida no trabalho colaborativo em BIM. São abordados em primeira mão os procedimentos de colaboração que devem ser implementados em Projeto quando executado com recurso ao BIM. Ao contrário de outros documentos atrás expostos o AEC(UK) BIM Protocols assume um modelo de uso efetivo que representa a forma como o trabalho colaborativo em BIM se deve processar. Esse modelo designa-se de *Common Data Environment* (CDE). Juntamente com esse modelo são indicados também quais os procedimentos que se devem tomar para partilhar e coordenar os modelos BIM das diferentes disciplinas.

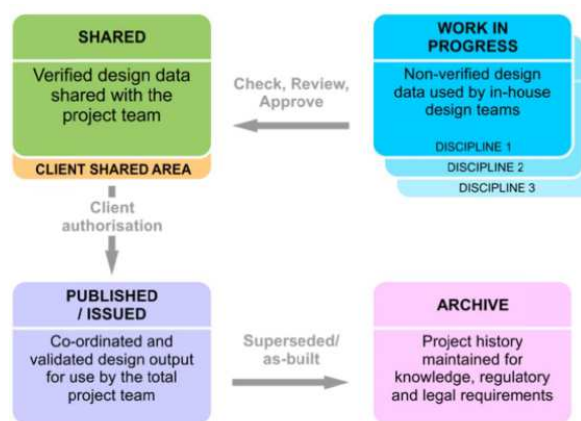


Figura 19.a – Common Data Environment (CDE) (2012)

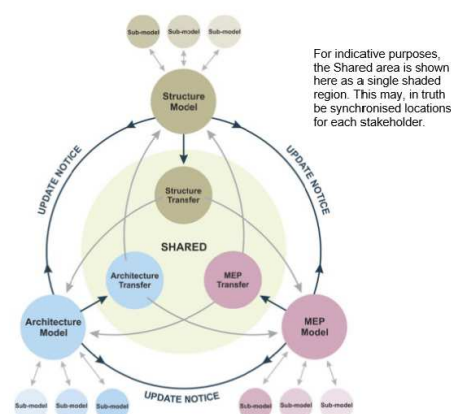


Figura 19.b – Procedimentos de partilha dos modelos BIM de cada disciplina. (2012)

O CDE apresenta 4 áreas de interesse representativas do estado dos modelos BIM. Quando os modelos BIM se encontram em desenvolvimento enquadram-se na primeira área, *Work in Progress (WIP)*. Chegado ao momento em que se considera necessária a sua partilha, os modelos BIM são verificados e revistos quanto à sua conformidade e posteriormente partilhados. Esta ação deve ser executada mediante os procedimentos indicados no diagrama da Figura 18.b. Neste momento os modelos BIM ficam abrangidos pela área *Shared*. Podem ser utilizados pelo cliente e por alguns dos intervenientes no Projeto. Depois, sob autorização do cliente podem ser publicados transitando para a área *Published/Issued*, ficando disponíveis aos restantes intervenientes no Projeto. Mais tarde, com o avanço do Projeto para fases subsequentes são acrescentados ainda mais dados aos modelos BIM passando este a fazer parte do historial do empreendimento, representado pela área *Archive*. A norma fornece uma descrição relativamente a cada área de interesse representada no CDE. São indicadas também regras e requisitos que devem ser tidos em consideração cada vez que os modelos BIM mudam de uma área para outra.

Imediatamente depois, o conteúdo do documento principal da AEC(UK) BIM Protocols direciona-se para a questão da interoperabilidade entre diferentes softwares, incluindo regras

e orientações para lidar com dados de entrada em formato CAD ou BIM, e ações que devem ser cumpridas para transferir dados entre diferentes plataformas de software.

São também dispostas regras que seguem no sentido de regulamentar como podem ser divididos os modelos BIM, e como pode ser utilizada a técnica de referência para incorporar partes de um modelo BIM noutro modelo. A divisão e a referência de modelos BIM permitem que vários utilizadores trabalhem em simultâneo no mesmo modelo, e tornam os modelos mais leves e por isso mais fáceis de processar e manusear.

Outro assunto elencado no documento principal da norma é o que diz respeito à metodologia de modelação. É definida uma metodologia de desenvolvimento dos modelos BIM que se baseia num sistema que atribui um determinado grau aos elementos que o constituem conforme a informação geométrica, ou de outro tipo, que contém. Essa metodologia defende que o modelo BIM no início do Projeto deve ser constituído por elementos com pouca informação (grau baixo), e que à medida do seu progresso o modelo BIM deve ser formado por elementos com mais informação. Podem encontrar-se ainda considerações relativamente à produção de desenhos a partir de *software* BIM e a partir da exportação para *software* CAD.

A estrutura de pastas e o sistema de convenção de nomes dos modelos BIM, são também alvo de normalização por parte da AEC(UK) BIM Protocols. É referenciada a norma BS1192:2007 que contém uma estrutura de pastas que deve ser implementada para cada Projeto. Esta estrutura está organizada em conformidade com as áreas de interesse do CDE. Por último, constam no documento principal da norma regras relativas ao estilo de apresentação dos desenhos impressos, incluindo itens como a cercadura das folhas, tipos de letra dos textos, legendas, etc. (2012)

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO DE CONTEXTUALIZAÇÃO À METODOLOGIA BIM

3.1. IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES DE CONTEXTUALIZAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DO GUIA

As atividades de contextualização já mencionadas (modelação de uma estrutura de um edifício e programação de um *addin* para Autocad®) revelaram-se importantes na escrita do guia de implementação na medida em que foi possível aplicar, na prática, métodos, procedimentos e regras de modelação presentes na bibliografia estudada. Foi a partir delas que se conseguiu também experienciar algumas das dificuldades de utilização das tecnologias BIM, assim como confirmar alguns dos benefícios da utilização da metodologia BIM.

A programação do *addin* para Autocad® permitiu ainda explorar uma possível forma de integrar as tecnologias tradicionais no novo conceito BIM. O resultado desta pequena experiência foi positivo uma vez que foi possível dimensionar um elemento estrutural através do PAC-Pórticos, produzir desenhos em 3D no Autocad® e, posteriormente, integrar esses mesmos desenhos no Revit®.

Ambas as atividades serviram para construir conhecimento em torno de certos conceitos encontrados nos documentos analisados na revisão bibliográfica e que posteriormente foram incluídos no guia de implementação.

3.2. MODELAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE UM EDIFÍCIO

Durante o período de estágio curricular na BIMMS foi constituída uma equipa de trabalho composta pelo estagiário e por outros 2 indivíduos, à qual lhe foi delegada a tarefa de modelar uma estrutura de um edifício de grandes dimensões constituído por cerca de 30 pisos, com recurso ao Autodesk Revit® 2015 – um dos mais divulgados e conhecidos *softwares* de modelação BIM. Foi elaborado um modelo BIM representativo da estrutura desse edifício, adotando-se uma metodologia de trabalho na qual se estabeleceu um ambiente digital colaborativo que possibilitou aos 3 membros trabalhar no mesmo ficheiro. Por questões de confidencialidade afetas ao projeto deste edifício não foi possível incluir neste documento determinadas informações (nomeadamente a localização do edifício, e as entidades envolvidas no projeto), assim como imagens globais do modelo BIM construído.

O objetivo de criar um modelo BIM adveio da necessidade de compatibilizar a complexa infraestrutura MEP com a estrutura do edifício, previamente à sua construção. Para o fazer o modelo BIM de estruturas criado foi sincronizado com o modelo BIM de infraestruturas MEP de uma outra equipa de trabalho da BIMMS. Esta sinergia permitiu entregar um projeto com um alto nível de detalhe e precisão.

No modelo BIM de estruturas foram incluídos elementos como vigas, pilares, lajes, fundações, e muros de suporte. As figuras seguintes demonstram em pormenor a modelação de alguns desses elementos.

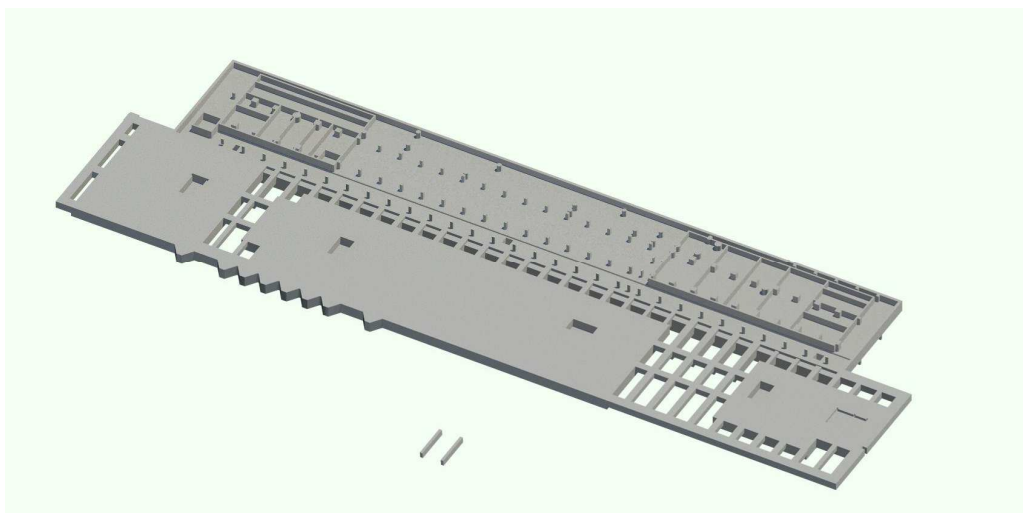


Figura 20 - Pormenor de modelação das fundações e da cave do edifício.

Adicionalmente, foram também modelados tetos falsos, reservatórios de água, piscinas e jacuzzis, com o propósito de determinar pontos de passagem de condutas e prever a localização de negativos no betão.

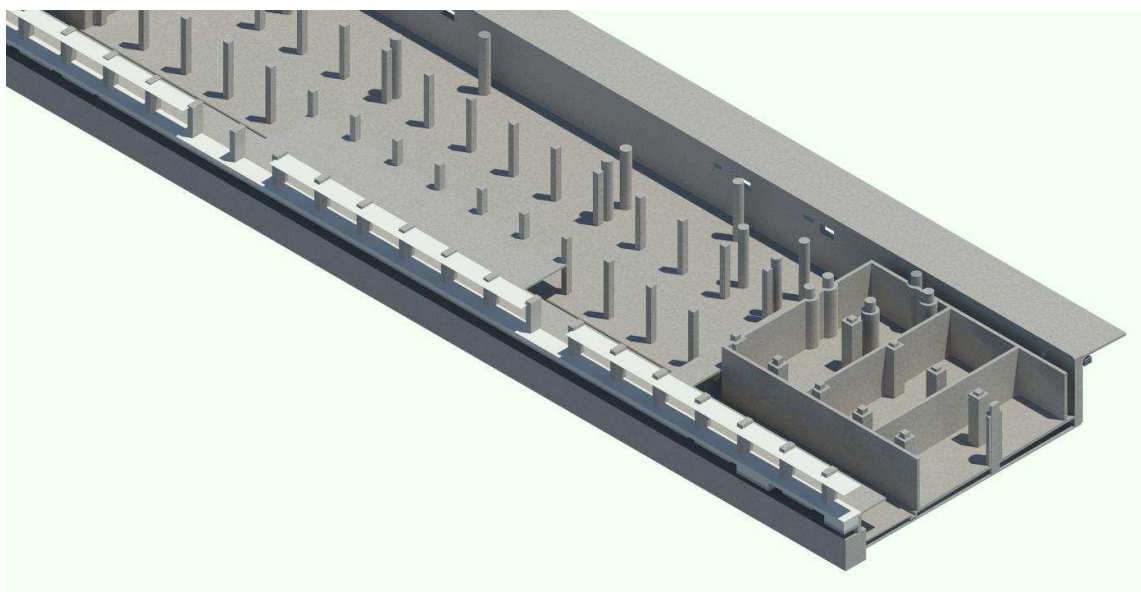


Figura 21 – Pormenor (em corte) de um reservatório situado na cave do edifício.

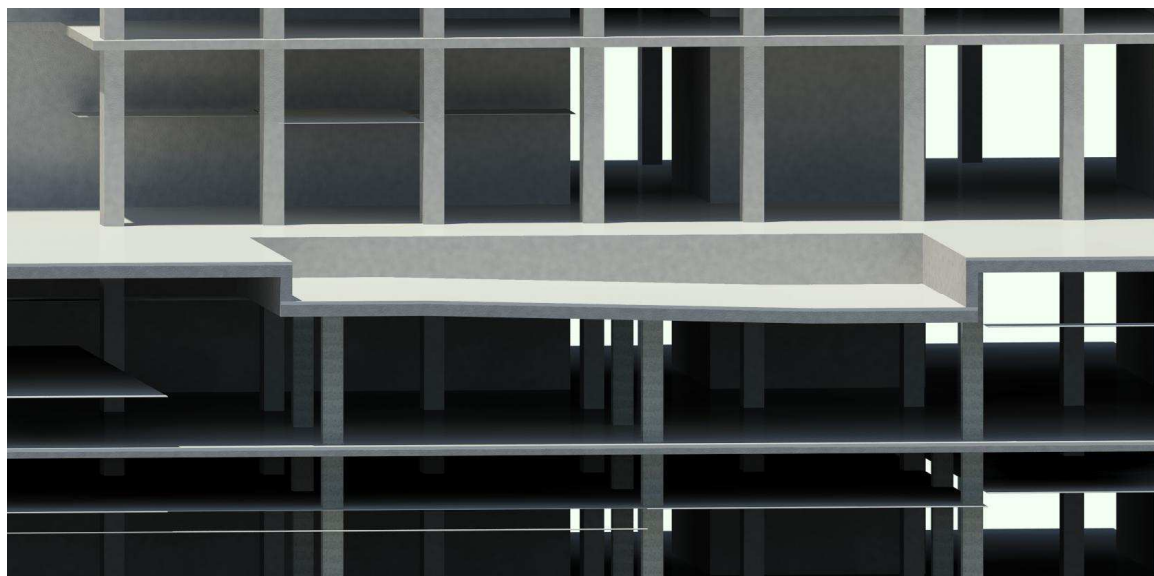


Figura 22 - Pormenor (em corte) da modelação de uma das piscinas.

Todo este trabalho contou com a forte presença de um espírito de equipa que permitiu concluir o modelo BIM dentro dos prazos estipulados e que permitiu a partir de desenhos CAD inicialmente disponibilizados construir um modelo BIM funcional apto para incluir novas especialidades e informação que porventura possa vir a ser desenvolvida em fases posteriores do ciclo de vida deste empreendimento.

3.3. PROGRAMAÇÃO DE UM ADDIN PARA AUTOCAD®

Uma outra atividade desenvolvida no estágio curricular foi criar de raiz um *addin* capaz de pormenorizar em 3D armaduras de vigas e pilares no Autocad® a partir de ficheiros produzidos por um *software* de cálculo concebido pela Newton, Consultores de Engenharia Lda., denominado PAC Pórticos – Programa Assistido por Computador de cálculo de pórticos. O sucesso desta atividade teve por base uma parceria estabelecida com outro colega de estágio do ISEP, Raúl Sousa. O principal objetivo do estágio deste colega era atualizar o PAC Pórticos para a regulamentação atual (Eurocódigo 2) e posteriormente integrar este

software na metodologia BIM. Proporcionou-se assim uma oportunidade para auxiliar o colega na execução deste projeto, à qual o estagiário respondeu.

Na conceção do *addin* foi utilizada a linguagem de programação C# (*csharp*), uma das mais modernas linguagens de programação que implementa o paradigma da Programação Orientada a Objetos (*Object Oriented Programming – OOP*). A utilização da ferramenta *Microsoft Visual Studio 2013* permitiu programar as cerca de 3000 linhas de código que implementam o processo de desenho de vigas e respetivas armaduras.

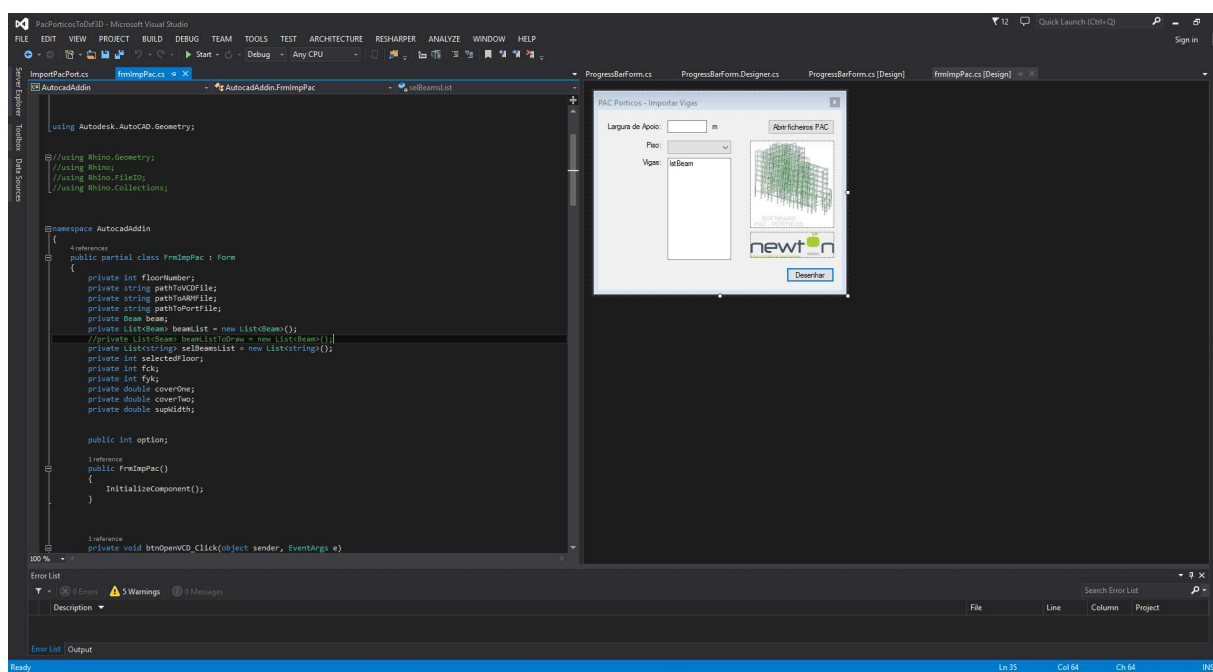


Figura 23 - Visual Studio 2013.

Este *software* fornece um poderoso IDE (*Interface Development Environment*) que tornou possível criar uma janela gráfica para o utilizador interagir e que tornou também possível compilar o *addin* num ficheiro de extensão *dll* (*Dynamic Link Library*), carregado posteriormente no Autocad®.

O primeiro passo para utilizar o *addin* no Autocad® é executar o comando *NETLOAD* que torna possível seleccionar o ficheiro *dll* compilado.

De seguida através do comando IMPPAC (programado dentro do *addin*) apresenta-se a *Form* da figura seguinte.

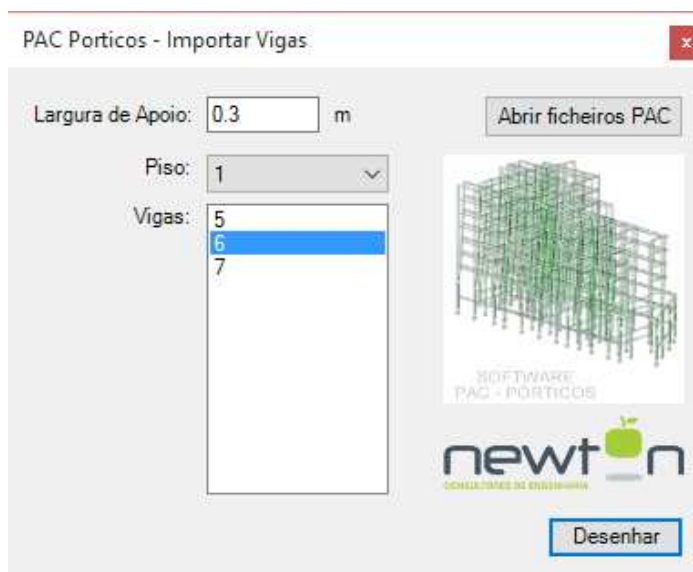
The image shows a software dialog box titled "PAC Porticos - Importar Vigas". It features a "Largura de Apoio" input field with the value "0.3" and a unit "m". Below this is a "Piso:" dropdown menu currently showing "1". Underneath is a "Vigas:" list box containing the numbers 5, 6, and 7, with the number 6 highlighted in blue. To the right of the list is a 3D wireframe model of a multi-story building frame. Below the model is the text "SOFTWARE PAC - PORTICOS" and the "newton" logo, which includes the tagline "CONSULTORES DE ENGENHARIA". At the top right is a close button (X). At the bottom right is a button labeled "Desenhar". At the top right, above the 3D model, is a button labeled "Abrir ficheiros PAC".

Figura 24 – Form de selecção de vigas do addin.

Do PAC-Pórticos são obtidos 3 ficheiros que incluem informações relativas às vigas, respetivas armaduras, dimensões e numeração dos nós concorrentes de cada viga. Esses ficheiros incluem as vigas de um pórtico que abrange todos os pisos do edifício introduzido no PAC-Pórticos. A partir deste ponto basta introduzir a largura de apoio de uma determinada viga, tal como indicado na Figura 24.

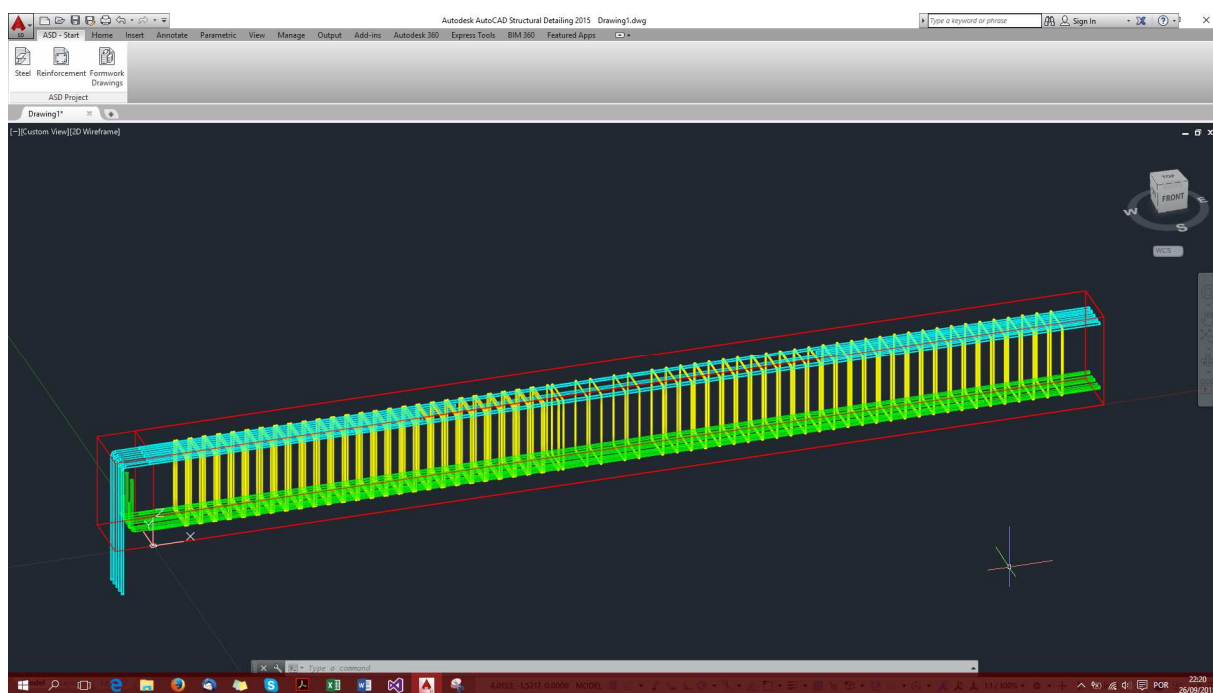


Figura 25 - Pormenorização de uma viga recorrendo ao addin (vista 3D).

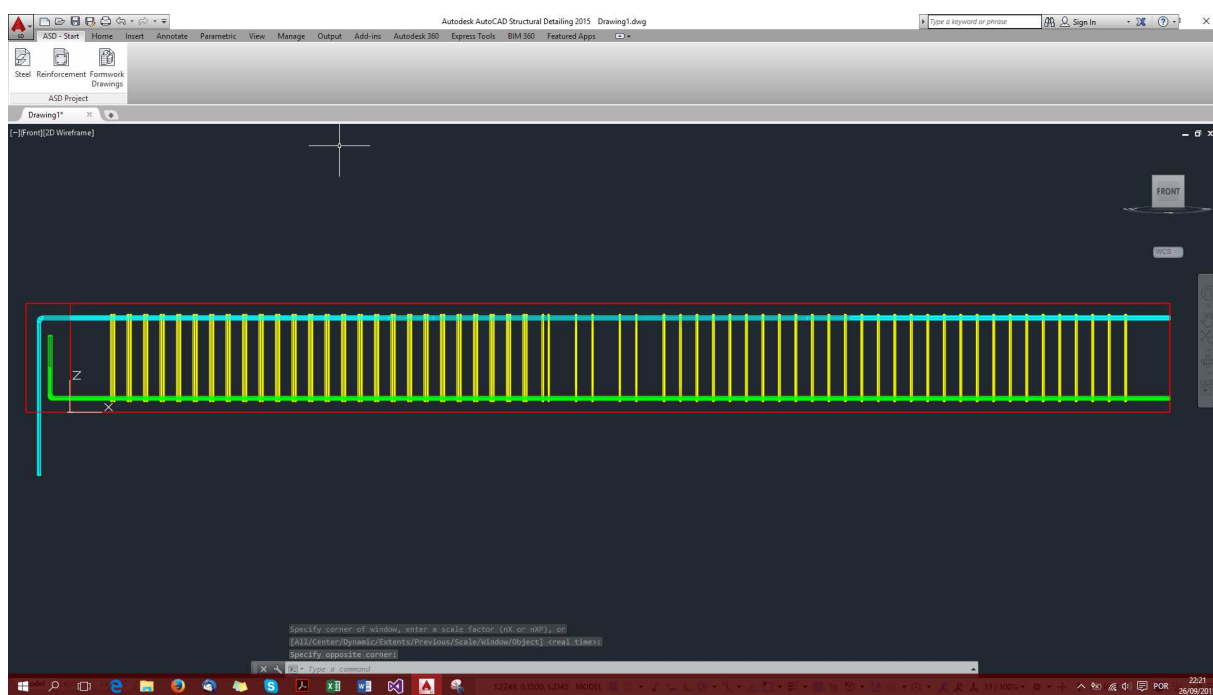


Figura 26 - Pormenorização de uma viga recorrendo ao addin (vista em alçado).

Todos os elementos desenhados no Autocad® são sólidos sendo possível determinar o seu volume. As armaduras obtidas são separadas por *layers* consoante o diâmetro dos varões e

os comprimentos de amarração são calculados de acordo com as regras dispostas no Eurocódigo 2.

É ainda possível a partir do ficheiro dwg produzido no Autocad® importar a viga para o Autodesk Revit® como ilustra a figura seguinte.

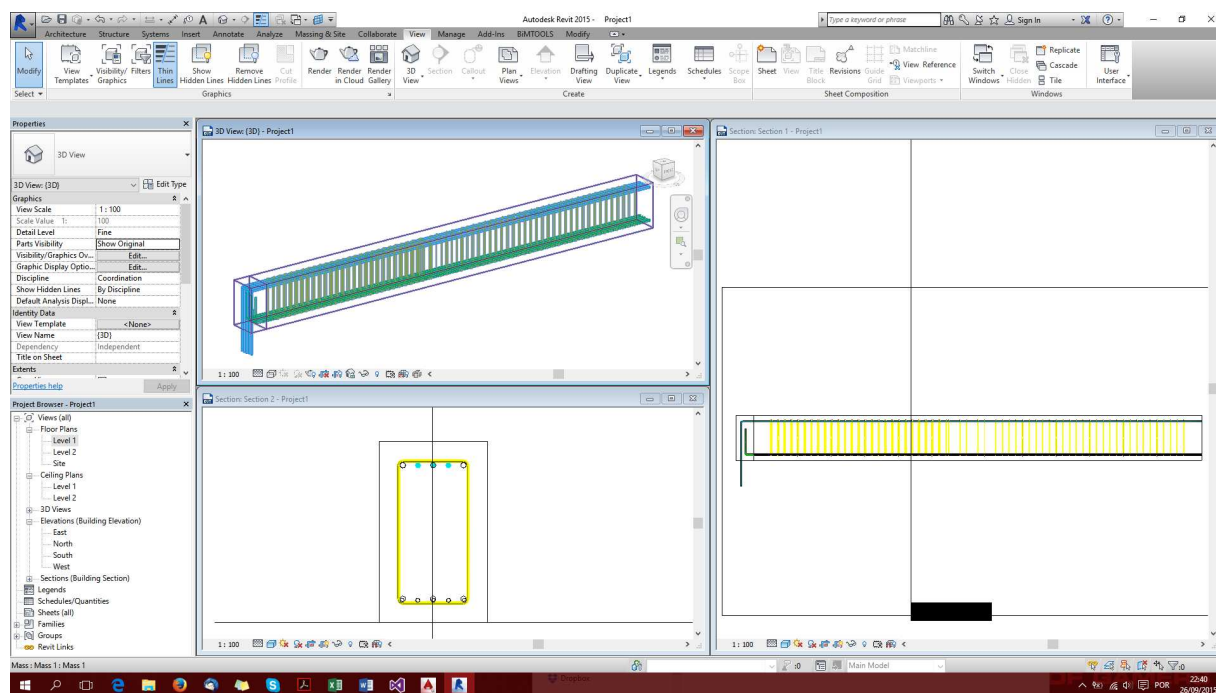


Figura 27 - Exemplo de uma viga produzida pelo addin importada para o Revit.

Este processo permite concluir que é possível integrar o PAC-Pórticos com a metodologia BIM, ainda que com algumas limitações.

As funcionalidades restantes do *addin* (pormenorização de pilares e armaduras respetivas) foi da responsabilidade do colega Raúl, pelo que não são apresentadas neste relatório.

4. GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

4.1. INICIATIVA E PROPÓSITO

A *Building Information Modeling & Management Solutions*, BIMMS, tomou como iniciativa elaborar um Guia de Implementação BIM, à semelhança de outras Organizações ou entidades de outros países. O guia é o resultado de uma revisão da atual literatura internacional e nacional, constituída por guias de Implementação BIM, *Guidelines*, Normas, Protocolos e artigos científicos, dos quais foram adaptados os seus conteúdos para Portugal e servem de referência para este Guia. Este documento tem o propósito de fornecer orientações que seguem no sentido de implementar com sucesso a metodologia BIM, salvaguardando o facto de que a abordagem proposta por ele não pretende ser uma solução única que cumpra todos os requisitos de qualquer caso. Tal perspetiva seria não só imprudente como impossível, devido às especificidades de cada caso.

O guia contém propostas de regras de boa prática, procedimentos/metodologias de implementação ou orientações e pretende ser visto como um documento de carácter informativo que sirva de suporte a gabinetes de Engenharia, de Arquitetura, e a empresas de Construção, para delinear as suas estratégias de implementação e utilização do BIM nos seus diferentes contextos.

Como não tem validade normativa, o guia não pretende obrigar nenhuma entidade a implementar a metodologia BIM quer na sua Organização quer nos seus projetos ou a utilizar qualquer *software* que porventura possa ser mencionado no seu conteúdo.

4.2. ÂMBITO E ESTRUTURA

A metodologia BIM pode ser implementada em diferentes níveis, nomeadamente ao nível da Organização como parte integrante da sua atividade, ao nível de Projeto como um meio ou ferramenta de atingir resultados de forma mais eficiente, rápida, competitiva e de qualidade superior, e ao nível da Indústria *AECO* como uma metodologia normalizada e universal que seguida por todas as entidades da indústria. O conteúdo do Guia BIMMS abrange a implementação BIM no âmbito da Organização e no âmbito de Projeto. A sua estrutura é constituída por dois capítulos considerados principais. Um deles fornece um procedimento estruturado para implementar o BIM num gabinete de Engenharia. O outro fornece um procedimento para implementar o BIM num qualquer tipo de Projeto de Gestão das Instalações (renovação, construção nova, reabilitação). Em anexo constam um conjunto de definições relevantes, uma lista de possíveis utilizações do BIM e a bibliografia de referência que deu origem a este Guia. No final de cada capítulo principal são tecidas algumas conclusões e algumas recomendações acerca de aspetos chave considerados importantes para o sucesso da implementação da metodologia BIM quer no âmbito organizacional quer no âmbito de Projeto.

4.3. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ORGANIZAÇÃO

O BIM representa muito mais do que uma nova ferramenta, sistema ou *software* de computador específico. Mais do que isso é uma nova metodologia de trabalho. Por este facto, a sua implementação numa Organização representa uma profunda reestruturação na forma como desempenha a sua atividade – nos seus processos de trabalho, nos serviços que disponibiliza, na tecnologia que utiliza. Admite-se então, que a implementação BIM é

transversal a todas as áreas funcionais da Organização (área financeira, área de produção, área de recursos humanos, área de investigação e desenvolvimento, até mesmo área de *marketing* e vendas), e por consequência é transversal também aos níveis hierárquicos de gestão – estratégico, tático e operacional.



Figura 28 - Influência da Implementação BIM na estrutura organizacional.

Implementar o BIM deve seguir um procedimento estruturado numa sequência de ações de planeamento e ações de execução, e como é algo que tem um elevado impacto na Organização a decisão de implementar ou não o BIM deve partir da gestão de topo e esta deve suportar, defender e estar envolvida profundamente na implementação BIM. Assim, através desta abordagem, é possível integrar a implementação BIM no planeamento estratégico da Organização, quer isto dizer que o planeamento da estratégia da Organização para desenvolver toda a sua atividade é feito tendo em conta o BIM. Contudo a implementação BIM não fica por aqui. É necessário que ao nível tático se desenvolvam um conjunto de medidas necessárias para executar o processo de implementação e aplicá-las em cada departamento, o que tem implicações óbvias a nível operacional. Este último depende de

todos os níveis superiores para ultrapassar os desafios que surgem, durante o processo de implementação, às equipas e aos indivíduos que as constituem.

Posto isto, o procedimento de implementação BIM proposto compreende duas importantes etapas: o Planeamento Estratégico e o Planeamento Detalhado e Execução. Cada uma das etapas é um conjunto de determinadas tarefas específicas.

PLANEAMENTO ESTRATÉGICO: possibilita à Organização determinar as metas e objetivos da implementação do BIM e delinear uma estratégia para os atingir. Possibilita ainda analisar e refletir acerca do que a Organização é, do que faz, porquê que o faz e a forma como o faz, permitindo aferir qual a sua atual posição (onde é que está) e perspetivar o seu futuro estado (para onde quer ir). Para além disto, permite determinar qual o nível de integração do BIM no cerne da Organização e decidir até que ponto pretende implementar o BIM. Tudo isto deverá ser compilado num Plano Estratégico¹ da implementação BIM. A etapa de planeamento estratégico insere-se no âmbito do nível estratégico de uma Organização, dominado pelos gestores de topo, ou seja ao mais alto nível da Organização.

PLANEAMENTO DETALHADO E EXECUÇÃO: compreende um conjunto de ações que permite planear a implementação BIM de forma detalhada ao nível dos departamentos organizacionais, com o objetivo de viabilizar o Plano Estratégico anteriormente gizado, e permite determinar de forma concreta os recursos necessários para a implementação BIM. Quer isto dizer que esta etapa é transversal aos restantes níveis, tático e operacional, sob a alçada da gestão intermédia e da gestão de primeira linha. Desta forma o Planeamento Detalhado e Execução permite averiguar de que maneira a Organização se estrutura para levar a cabo a sua atividade e permite determinar como a implementação BIM influencia

¹ Nos anexos é disponibilizado um impresso de auxílio à compilação de um Plano Estratégico

essa estrutura, possibilitando a execução de ações concretas entretanto desenvolvidas, para efetivamente implementar o BIM. Esta etapa resulta num Plano de Implementação² que reúne todas as informações desenvolvidas na mesma.

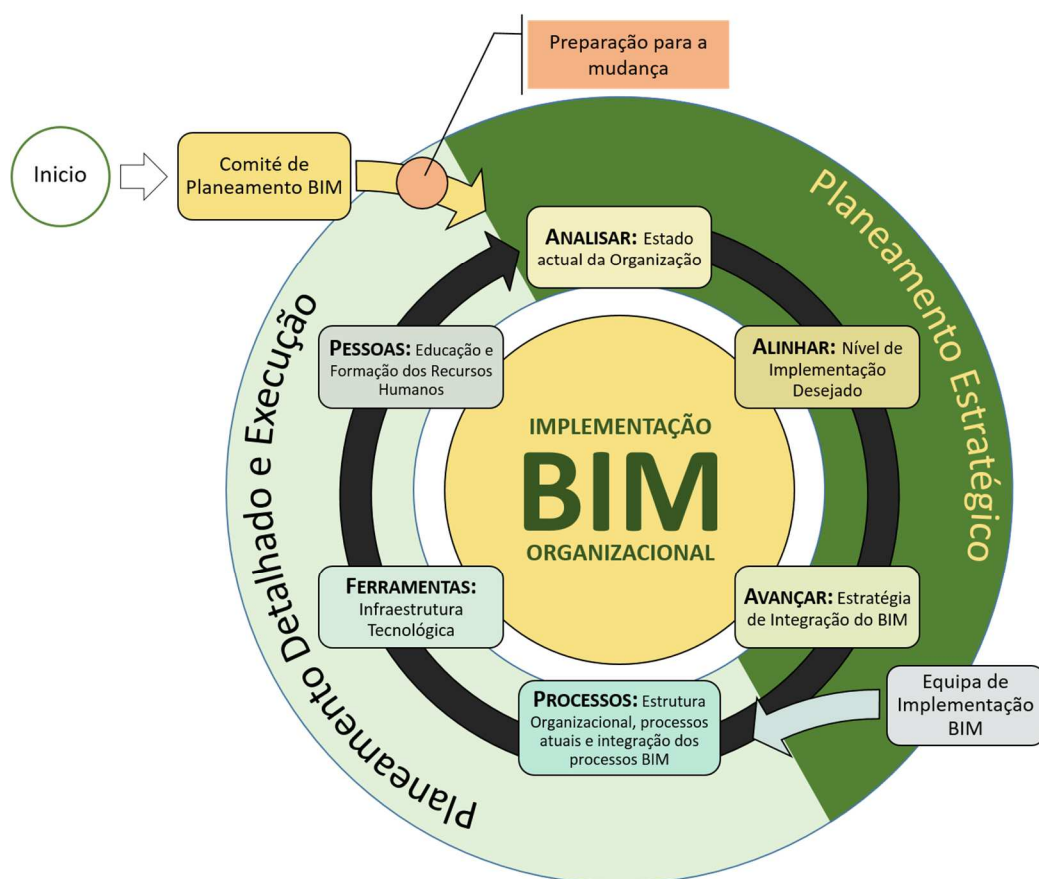


Figura 29 - Procedimento de Implementação BIM numa Organização

Esta abordagem é representada por um ciclo pelo facto de que a implementação BIM não é um ato isolado no tempo. É algo que deve ser periodicamente revisto, avaliado, controlado e melhorado, como parte integrante da Organização. Quer isto dizer que a implementação BIM tem a mesma duração do que todo o resto do tempo de vida de uma Organização. A implementação BIM vista desta forma reforça a postura de constante evolução e melhoria,

² Nos anexos é disponibilizado um impresso de auxílio à compilação de um Plano de Implementação

e por consequência de competitividade, que deve caracterizar uma Organização no ambiente em que se insere.

4.3.1. COMPONENTES DA IMPLEMENTAÇÃO BIM

A implementação BIM é um processo que implica uma mudança estratégica na Organização, mas também é um processo de transformação social e técnico. Pode ser visto portanto, de uma perspectiva sociotécnica que considera a implementação de uma nova tecnologia e considera também o ambiente sociocultural que serve de contexto à implementação. Com base nesta perspectiva a implementação BIM é um procedimento combinado entre implementar uma nova tecnologia e implementar um novo método de trabalho. Por estas razões envolve abordar cinco componentes considerados essenciais, dependentes entre si e que formam um mecanismo que deve ser harmonizado, denominados Componentes da Implementação BIM.

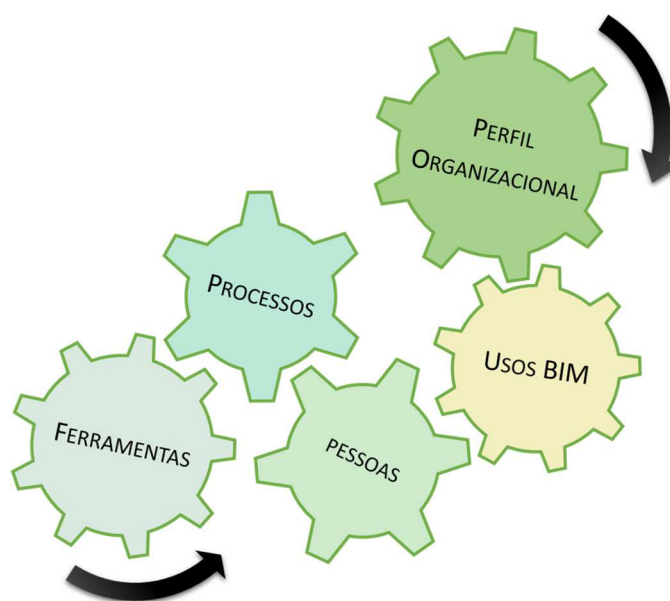


Figura 30 - Componentes da Implementação BIM numa Organização.

PERFIL ORGANIZACIONAL:

Abordar este componente compreende avaliar toda a Organização e determinar qual é a sua missão, quais são os seus objetivos organizacionais, quais os objetivos que a Organização pretende atingir com a implementação BIM, que recursos tem disponíveis para o fazer, qual o nível que tem implementado o BIM (no caso de a Organização já o utilizar) e qual a sua preparação, aptidão e prontidão para dar o salto em direção à adoção do BIM. Para além de tudo isto compreende delinear a estratégia que a Organização vai adotar para implementar e promover o BIM a nível interno e divulgar os seus serviços BIM a nível externo. Esta estratégia deverá estar alinhada com a visão da Organização, com os objetivos organizacionais e com os objetivos da implementação BIM.

Usos BIM:

Implementar o BIM implica conhecer que utilização é que ele vai ter, ou seja, como se vai materializar. Este componente reúne precisamente as possíveis utilizações do BIM que a Organização pretende ver implementadas na sua atividade, mediante um estudo cuidadoso que determina qual o valor acrescentado por cada utilização do BIM e quais os recursos (humanos, tecnológicos ou financeiros) que são precisos garantir para a sua correta implementação.

PESSOAS:

O sucesso da implementação BIM depende em grande parte das capacidades pessoais e profissionais dos colaboradores de uma Organização. É importante avaliar a atual capacidade técnica que existe na Organização e posteriormente delinear programas de

educação e formação dos profissionais, orientados para os novos conhecimentos técnicos introduzidos pelo BIM. Deverá considerar-se igualmente a possibilidade de contratação de pessoal apto a trabalhar na tecnologia BIM, caso necessário. Para além disto, no que toca a pessoas, é importante ter a consciência de que lidar com elas só por si envolve uma capacidade de gestão exímia e que deve ser ainda mais aproveitada principalmente num processo de mudança como é a implementação BIM. É demasiado importante saber lidar com a resistência à mudança das pessoas (o termo técnico é resistência comportamental), para mitigar o que é uma das razões com mais peso no falhanço da implementação BIM.

PROCESSOS:

O processo de implementação BIM é um processo de mudança. Assim, o BIM enquanto metodologia tem implicações nos processos de trabalho de uma Organização, através da sua alteração ou introdução de novos processos característicos do BIM (denominados processos BIM). Este componente tem como objetivo levar a que na implementação do BIM se registe os atuais processos organizacionais e se crie novos tendo em conta a integração do BIM.

FERRAMENTAS:

As ferramentas são o conjunto de *hardware*, *software* BIM e infraestruturas de telecomunicações que suporta a implementação BIM numa Organização. É com elas que a Organização é capaz de vender os seus produtos, sob a forma de projetos ou serviços. É neste componente que o BIM é visto a partir da perspetiva tecnológica. Desta forma, a aquisição de novos *softwares*, *hardware* e mesmo a estruturação das infraestruturas de telecomunicações, deve ser uma tarefa na qual devem ser considerados aspetos relevantes tais como, compatibilidade entre *softwares* BIM, capacidade do *hardware* para suportar o

software BIM, capacidade e meios para partilhar modelos BIM e informação digital, características tecnológicas para implementar ambientes de trabalho colaborativos, etc.

Planear a implementação BIM com respeito a estes componentes significa ter em conta determinadas preocupações/considerações que residem dentro de cada componente. Importa evidenciar que cada uma delas isoladamente não podem dirigir por si só a implementação BIM, o que implica abordar os componentes de planeamento como um conjunto e não de uma forma isolada.

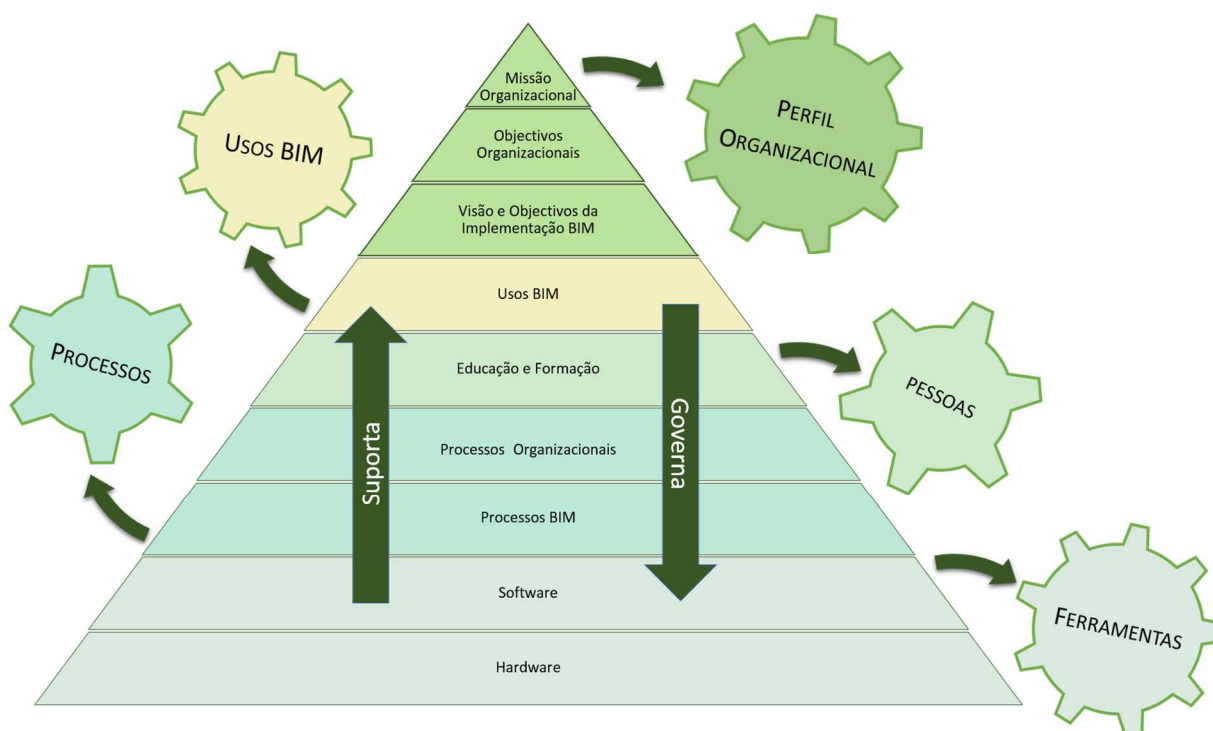


Figura 31 - Considerações associadas aos Componentes de Planeamento BIM.

A Figura 31 demonstra a relação que existe entre as diferentes considerações de cada componente de planeamento. Note-se que no topo da pirâmide estão a missão e os objetivos organizacionais, o que destaca o facto de que todas as restantes considerações da implementação BIM suportam e não governam a missão e objetivos de uma Organização.

Reforça-se desta maneira que o BIM deve ser sempre visto como um meio, ferramenta ou metodologia para atingir objetivos e não como um fim.

4.3.2. PLANEAMENTO ESTRATÉGICO

O Planeamento Estratégico pode ser definido como um conjunto disciplinado de decisões e ações que moldam e guiam uma Organização quanto à sua cultura, atividade e razão da sua existência. Uma vez que o BIM invoca uma mudança precisamente nesses aspetos tão intrínsecos da Organização, surge a necessidade de planear estrategicamente a sua implementação. O Planeamento Estratégico tendo em vista a implementação BIM contribui para que a Organização se sinta mais preparada e mais confiante na integração do BIM como parte do seu “ADN”. Para além disso é uma forma de a Organização elaborar um Plano Estratégico em torno de certas ações como:

- Traçar o seu Perfil Organizacional;
- Averiguar o seu nível de implementação BIM;
- Quantificar, clarificar e calendarizar tanto os objetivos organizacionais como os objetivos da implementação do BIM;
- Definir a sua visão quanto à implementação BIM;
- Determinar que possíveis utilizações serão atribuídas ao BIM;
- Alocar com eficiência os recursos da Organização a competências-chave e a prioridades da implementação do BIM;
- Obter um ponto de referência a partir do qual o progresso da implementação pode ser medido.
- Promover um Comité multidisciplinar para planear com base em múltiplas opiniões de diferentes indivíduos da organização;

- Definir e clarificar tarefas para avançar com a implementação BIM.

O BIM tal como qualquer implementação de um novo processo/metodologia está associada a uma curva de aprendizagem.

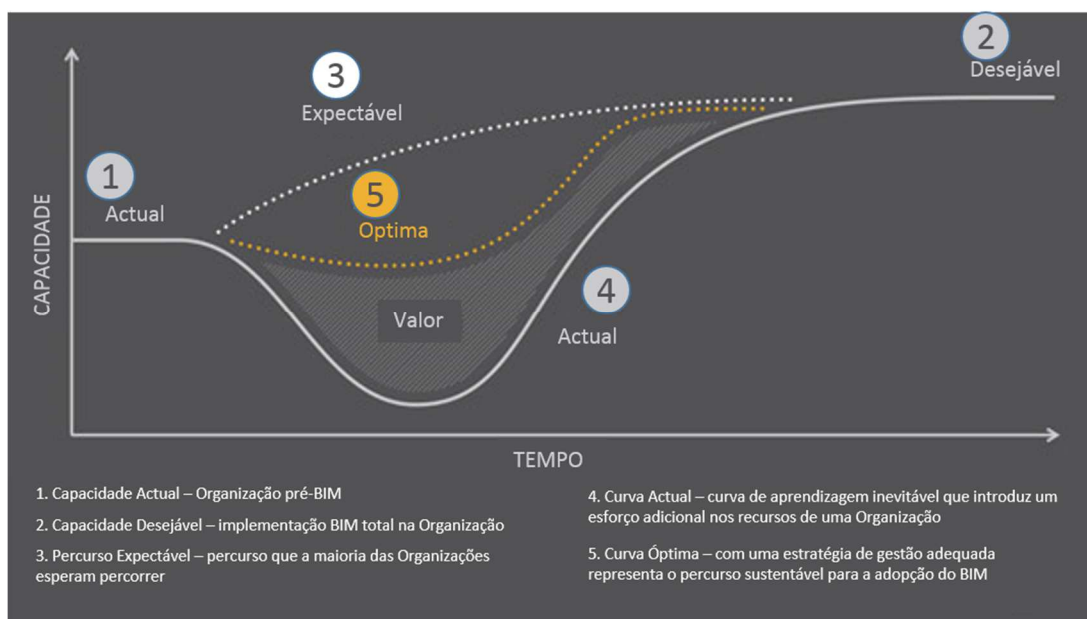


Figura 32 - Curva de aprendizagem característica da Implementação BIM numa Organização. (adaptado de (Oakley)).

A importância desta curva torna-se mais evidente em Organizações com pouca a nenhuma experiência com o BIM. Para essas, é necessário que o planeamento seja o mais detalhado possível permitindo à Organização compreender melhor o processo pelo qual está disposta a passar, reduzir riscos e incrementar o valor global acrescentado pela implementação BIM.

4.3.2.1. Comité de Planeamento BIM

O primeiro passo para planear estrategicamente a implementação BIM é formar e responsabilizar um conjunto de indivíduos reunidos em comité, que detenham conhecimento

prévio e experiência no BIM e nos processos a ele associados. Se a Organização não dispor de conhecimento técnico adequado internamente, poderá ser mais vantajoso procurar assistência de uma terceira parte, nomeadamente uma empresa de consultoria em implementação BIM. O Comité deve ser um grupo de diversos membros dos diferentes níveis hierárquicos da estrutura organizacional, para que possam contribuir com a sua experiência mediante as funções que desempenham e transmitir a intenção e os esforços de implementar o BIM aos restantes colaboradores. Desta maneira a iniciativa de implementar o BIM não se restringe ao topo da estrutura organizacional, nomeadamente à gerência, e é alargada a todo o resto da estrutura, seguindo uma das primordiais regras de boa prática destacada na literatura que é envolver todos na “transformação BIM”.

O comité de planeamento BIM deverá, essencialmente, ser constituído pelas seguintes individualidades:

- **BIM Champion/Manager:** pessoa tecnicamente apta e motivada para direccionar a Organização no sentido de melhorar os seus processos, defendendo veemente a adoção do BIM, gerindo a resistência comportamental e assegurar a implementação de uma nova tecnologia ou processo. Deverá ser selecionado para liderar a iniciativa de implementação BIM. O BIM Champion/Manager tem que ter a capacidade de focalizar os fundos e recursos humanos necessários que conferem continuidade aos esforços de implementação BIM. Desta forma, o individuo deve ter adequada autoridade, liderança e motivação para patrocinar a implementação do BIM.
- **Representação Executiva (ou da Gestão de Topo):** os gestores executivos (do mais alto nível hierárquico) devem ter lugar no comité para que sejam disponibilizados os recursos necessários à implementação BIM. A inclusão destes gestores é de tamanha

importância porque são eles que detêm grande parte do conhecimento necessário para o planeamento estratégico, sob forma de conhecimento implícito, para além de que a tomada de decisões chave são mais facilmente facultadas.

- **Representação da Gestão Intermédia:** os gestores intermédios devem integrar o comité, uma vez que enquanto responsáveis pela operação dos seus departamentos – e responsáveis por respeitar o plano estratégico – serão capazes de contribuir positivamente na gestão da resistência comportamental que possivelmente surge ao longo da implementação.
- **Representação da Equipa Técnica:** os indivíduos da equipa técnica (projetistas, desenhistas, etc.) devem estar representados no comité. Eles são os colaboradores que estão mais diretamente envolvidos na tecnologia e nos processos que conduzem a implementação BIM no dia-a-dia e são os utilizadores dessa tecnologia. Para além disso, provavelmente são os mais afetados pelo procedimento de adoção do BIM e são também os que têm tendência a oferecer resistência à mudança. Envolvendo-os no planeamento pode ser bastante benéfico porque podem potenciar uma melhor aceitação de novos processos e discernir os desafios criados pelo processo de mudança.

A compilação do Comité de Planeamento BIM deverá ter em consideração o envolvimento de pessoas com responsabilidades e capacidades específicas, incluindo:

- Um indivíduo ou mais que defendam o planeamento em toda a organização;
- Indivíduos com capacidade para tomar decisões e que tenham adequada autoridade para garantir acesso aos recursos necessários (tempo, fundos, pessoal e infraestrutura);

- Indivíduos que podem ser diretamente afetados pela implementação ou mudança;
- Indivíduos motivados que podem contribuir para o procedimento e por isso suportam o melhoramento da atividade da Organização através da mudança;
- Implementadores do processo BIM;
- Indivíduos que serão capazes de monitorizar os progressos e gerir o processo de mudança.



Figura 33 - Comité de Planeamento BIM e seu propósito.

A missão do Comité de Planeamento BIM assenta no propósito da existência dos esforços desenvolvidos para implementar o BIM. A missão do comité é influenciada por diversos fatores tais como, o tipo de organização, a sua missão e visão ou os seus colaboradores. O âmbito e o foco da missão do comité varia conforme a sua experiência, mas geralmente é direcionada para prosseguir a missão da organização e a sua visão com a implementação BIM, ou poderá estender-se a detalhes, como por exemplo a melhoria de um processo específico.

4.3.2.2. Preparação para a mudança

O sucesso da transição para o BIM depende em muito da preparação das pessoas para a mudança, principalmente das que fazem parte do planeamento. Se algum membro da equipa não demonstrar abertura e entusiasmo para implementar o BIM, isso pode reduzir consideravelmente as hipóteses de sucesso. Porventura nem todos os colaboradores concordarão com a utilização desta nova forma de trabalho, e julgam que o mecanismo de trabalho tradicional é muito mais eficiente. Estas preocupações devem ser dissipadas mesmo antes de progredir para a implementação, por forma a minimizar qualquer potencial perturbação quando dificuldades aparecem inevitavelmente. O sucesso depende portanto de todos os intervenientes e responsáveis pelo procedimento de implementação, pelo que a equipa deve entender com clareza as razões pelas quais a Organização está a adotar o BIM, e quais as dificuldades que muito provavelmente surgem, principalmente nas fases iniciais. É igualmente importante que a equipa tome uma decisão informada de implementar o BIM, quer isto dizer que devem conhecer minimamente os conceitos por detrás do BIM, nomeadamente quais os benefícios, riscos e custos estimados da ação que estão dispostas a tomar.

4.3.2.2.1. Retorno do Investimento (ROI)

A implementação BIM deve ser vista como um investimento que inicialmente resultará numa queda da produtividade, mas que devidamente executada levam a ganhos futuros consideráveis. O planeamento de tal investimento começa por aceitar que de facto o BIM é uma alternativa fiável e uma oportunidade de melhorar o modelo de negócio da Organização. Caso contrário o Comité de Planeamento BIM dificilmente conseguirá focar-se e dedicar-se

na investigação de todos os cenários e soluções possíveis durante o planeamento da implementação.

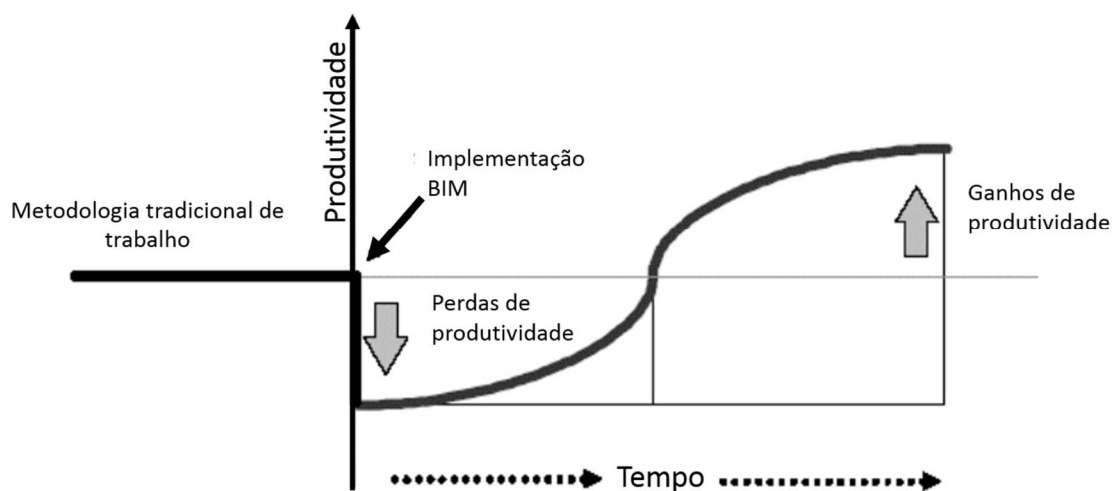


Figura 34 - Curva característica da perda de produtividade inicial associada à Implementação BIM numa Organização.

A análise do Retorno do Investimento (ou *Return On Investment – ROI*), de agora em diante designada de análise *ROI*, obriga o comité a chegar a um acordo acerca da razão do investimento e dos gastos que a Organização está disposta a assumir, e também estabelecer quais os resultados expectáveis em termos financeiros. Para além disso é uma ferramenta que permite ao comité ir controlando financeiramente a implementação BIM.

A análise *ROI* consiste na relação dos ganhos estimados de produtividade antecipadamente a um investimento, com os custos desse investimento. Esta técnica é utilizada para avaliar vários tipos de investimentos de uma Organização, desde projetos de pesquisa e desenvolvimento, programas de formação, até compra de equipamentos. A análise *ROI* é traduzida por uma equação com variáveis ajustadas às características do investimento em questão. Quanto maior a complexidade do investimento mais complexo é formular essa

equação. A Autodesk® sugere a utilização de uma equação para determinar o *ROI* para o primeiro ano da implementação e é a seguir demonstrada a título de exemplo.

$$\frac{\left(B - \left(\frac{B}{1+E}\right)\right) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)} = ROI(\%)$$

Em que,

A = gastos em software e hardware (€)

B = custo do trabalho mensal (€)

C = tempo gasto em aquisição de aptidões (meses)

D = perdas de produtividade (%)

E = ganhos de produtividade (%)

$\left(B - \left(\frac{B}{1+E}\right)\right)$ – Representa o incremento na produtividade média mensal.

$(12 - C)$ – Representa o número de meses do ano (12) deduzido o número de meses gastos na aquisição de aptidões.

$A + (B \times C \times D)$ – Representa os custos e a perda de produtividade.

Note-se que a variável C representa o tempo gasto que os utilizadores tomam até chegar ao mesmo nível de produtividade antes de utilizarem o BIM e não representa o tempo gasto nos programas de formação e educação. Note-se também que as variáveis mais sensíveis na equação são as que representam a produtividade. Uma ligeira alteração nelas produz uma grande variação do *ROI*.

Esta equação é uma boa referência para calcular o *ROI* para o primeiro ano do investimento BIM, contudo deve-se ter em atenção as suas limitações. Apesar de ser uma métrica popular

resume um número complexo de variáveis a uma simples percentagem. Para além disso a análise *ROI* é mais precisa quando se trata de projetos para poupança de custos do que para revisão de projetos já implementados. Cada Organização poderá e deverá adaptar este método de análise ao seu caso particular.

4.3.2.3. Analisar: Estado Atual da Organização

Antes de o Comité de Planeamento BIM poder avançar com uma estratégia eficaz de implementação, deve proceder a uma introspectiva da missão da Organização, dos seus objetivos globais, da sua visão quanto à implementação BIM e a uma análise dos meios ambiente interno e externo no qual se insere. Este exercício é deveras importante, já que é uma excelente oportunidade para rever a missão da Organização (fundamento da sua atividade) de modo a incluir a implementação BIM e aferir qual o seu estado atual e determinar qual a sua posição no mercado e o seu desempenho comparado com potenciais concorrentes (análise de *benchmarking*). Assim permite dar resposta à questão “onde é que estamos?” para posteriormente responder à questão “para onde queremos ir?”.

4.3.2.3.1. Missão e Objetivos Organizacionais

A missão de uma Organização define o âmbito da sua ação. Consiste na sua razão de existir, atual e futura. Assim, é importante que o comité avalie, compreenda e defina (caso não exista) a missão organizacional, porque é ela, juntamente com os objetivos organizacionais, que serão suportados por toda a implementação BIM.

A definição da missão organizacional assenta sobretudo na cultura da Organização, ou seja nos valores e crenças dos seus colaboradores que condicionam na prática diária, as suas

atitudes, os seus comportamentos e a forma como desempenham a sua atividade. A missão de um gabinete de consultadoria de Engenharia de Estruturas pode ser por exemplo:

“Prestar serviços de elevado rigor científico e tecnológico em projetos de Estruturas que se distingam pela sua dimensão, complexidade técnica ou pela exigência de soluções inovadoras”

Em consonância com a missão seguem os objetivos organizacionais, que basicamente são aqueles que norteiam a organização no geral. Representam as metas futuras que a Organização pretende atingir. Alguns exemplos de objetivos organizacionais podem ser:

- Ser um gabinete de estruturas de excelência profissional;
- Estar a par da inovação tecnológica;
- Inovar de forma sustentada;
- Fazer face aos seus concorrentes com metodologias de trabalho inovadoras.

4.3.2.3.2. Visão BIM

A visão BIM pode ser definida como o estado futuro perspectivado por uma Organização com o BIM integrado na sua atividade. É um dos componentes centrais que conduzem à mudança para o BIM e por isso representa a ponte entre o estado atual da Organização e o estado futuro. Fornece sentido de orientação e permite manter o foco na implementação alinhando os esforços despendidos. Para além disso, a visão BIM forma a base da estratégia de implementação BIM e fornece o objetivo global para o qual esses esforços devem ser canalizados. A Organização deve criar uma visão BIM clara, simples, específica e alinhada com a sua missão, motivadora e demarcada no tempo. Por exemplo:

“Abraçar a metodologia BIM para tornar os projetos de estruturas atuais mais inovadores, recorrendo à simulação digital e a outras potencialidades que permitam fornecer aos nossos clientes soluções com um maior grau de precisão e detalhe permitindo economizar tempo e recursos.

Implementar a metodologia BIM nos projetos de estruturas mais simples até ao próximo ano.”

4.3.2.3.3. Diagnóstico do meio ambiente

Uma Organização insere-se num determinado meio ambiente distinto entre meio ambiente externo e meio ambiente interno. Existem diversas ferramentas de análise de ambiente externo e interno que podem ser empregues. Uma das mais conhecidas e divulgadas é a análise *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), ou seja Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças. Esta ferramenta faculta ao comité uma forma de avaliar fatores internos (forças e fraquezas) e fatores externos (oportunidades e ameaças).

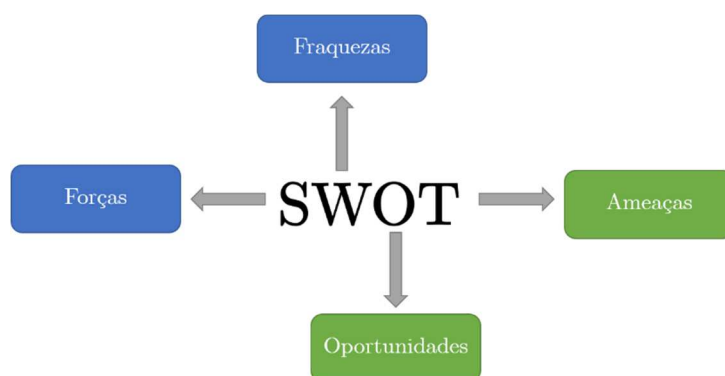


Figura 35 - Análise SWOT.

- Forças (fator interno): Identificar o que a Organização faz bem atualmente. Inclui, por exemplo, identificar qual o seu conhecimento e experiência, quais os conhecimentos e experiência profissional dos seus colaboradores ou a relação que a Organização tem com os seus clientes (e qual o nível de conhecimento que eles têm da metodologia BIM).
- Fraquezas (fator interno): Identificar áreas que necessitam de melhorar tendo em consideração a utilização do BIM. Identificar por exemplo lacunas nos conhecimentos e nas capacidades organizacionais, problemas tecnológicos, falta de competências e experiência profissional dos colaboradores, falta de conhecimento dos requisitos do cliente e falhas nos processos e procedimentos internos.
- Oportunidades (fator externo): Identificar potenciais oportunidades no mercado trazidas pela implementação do BIM, tais como, vantagens competitivas, novos produtos e serviços, vantagens face aos concorrentes, oportunidades de aumento de conhecimentos e de melhoramentos.
- Ameaças (fator externo): Identificar elementos externos que pressionam e potencialmente prejudicam a Organização, como por exemplo, falta de serviços requisitados por clientes, concorrentes mais competitivos e mais experientes, competências e capacidades da cadeia de valor da Organização ou a disponibilidade reduzida de soluções tecnologicamente avançadas.

A importância da análise do meio ambiente externo no qual a organização se insere reside no facto de que o diagnóstico obtido permite ao Comité de Planeamento BIM determinar

as oportunidades e as ameaças que o futuro coloca à Organização, tornando possível identificar os fatores críticos de sucesso, isto é aqueles a que a Organização deve responder favoravelmente assegurando um bom desempenho. Desta forma permite ao comité desenvolver uma estratégia que evite as ameaças e aproveite as oportunidades, tendo em vista a utilização do BIM como um trunfo.

A análise do ambiente interno foca-se na realidade presente, a fim de determinar as condições atuais da organização para poder aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças. Existem diversas abordagens que a Organização pode utilizar para avaliar o seu estado atual. A condução de entrevistas ao pessoal técnico que está diretamente envolvido com o desenvolvimento da atividade organizacional é um método comum, simples e eficaz. Outros métodos que suplementem o anterior incluem inquéritos, observação de processos e análise do fluxo de trabalho. A análise do ambiente interno deve abranger todas as áreas funcionais de uma Organização, visto que a metodologia BIM tem influência em praticamente todas elas. O diagnóstico deve incidir nas áreas de produção, recursos humanos e organização, área financeira, pesquisa e desenvolvimento, marketing e vendas e outras possíveis e não listadas a seguir.

- Análise da área de produção – verificar o *software* e o *hardware* disponível, a rede informática e internet, as condições das instalações, os desperdícios e custos associados à atividade organizacional, o controlo da qualidade;
- Análise da área de recursos humanos e organização – analisar e documentar a estrutura organizacional, as qualificações dos recursos humanos, a sua motivação, a sua capacidade para encarar situações de mudança, a sua capacidade para se adaptarem a novos ambientes.

- Análise da área financeira – avaliar o desempenho financeiro global da organização e o desempenho do departamento financeiro, resultados económicos, resultados líquidos, condições e formas de financiamento, prazos médios de recebimento e pagamento, etc.
- Análise da área de pesquisa e desenvolvimento – se existir, a área funcional de pesquisa e desenvolvimento deve ser analisada quanto a melhorias desenvolvidas no âmbito da atividade da Organização, pesquisas para diminuir custos, etc.;
- Análise da área de *marketing* e vendas – avaliar o *marketing* em aspetos como o tipo de projetos fornecidos, tipo de clientes, estratégias de *marketing* utilizadas, preços praticados.

4.3.2.3.4. Maturidade de Implementação BIM

A maturidade de implementação BIM representa o nível de integração do BIM na Organização. Este conceito é deveras importante para o comité, já que para além de permitir avaliar qual o grau de implementação do BIM, permite também determinar quais os aspetos da implementação a melhorar ou inovar. Para medir a maturidade do BIM existem diversas abordagens que constam na diversa literatura do género, existindo uma ferramenta que se destaca denominada de Modelo de Capacidade e Maturidade³, na gíria anglo-saxónica, *Capability Maturity Model (CMM)*. É uma importante ferramenta métrica de uso interno que permite avaliar e registar qual o nível da implementação BIM atual, socorrendo-se de

³ Nos anexos é disponibilizado um Modelo de Capacidade e Maturidade

um sistema de pontuação que associa determinado grau de implementação aos componentes da implementação BIM mediante o cumprimento de determinadas características e que permite traçar um perfil de avaliação da implementação BIM numa Organização. O *CMM* é um conceito amplamente utilizado em outros sectores para auxiliar a implementação de soluções tecnológicas em Organizações. Várias entidades internacionais têm tentado adaptar esse conceito à indústria *AECO* e à implementação BIM, contudo tal tarefa não é fácil sobretudo devido às discrepâncias e especificidades entre a construção e os outros sectores. Desta forma existem diversas propostas de *CMM*'s.

O propósito do *CMM* é fornecer uma ferramenta para converter uma análise subjetiva numa análise objetiva e quantificável da implementação BIM, e com a qual as Organizações podem estabelecer metas para aumentar a sua capacidade interna baseadas em níveis de maturidade bem definidos.

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Perfil Organizacional	Missão, Visão e Objectivos juntamente com o apoio da gestão organizacional, BIM Champion(s) e o Comité de Planeamento BIM	0	1	2	3	4	5	2	18	25
Missão e objectivos organizacionais	A missão é o propósito fundamental da existência de uma Organização. Os Objectivos procuram delinear as metas ou estados futuros que a Organização se propõe a atingir.	Missão e objectivos Organizacionais não estabelecidos.	Missão organizacional estabelecida de forma básica.	Objectivos organizacionais estabelecidos de forma básica.	O propósito, os serviços e os valores (no mínimo) da Organização estão presentes na sua missão.	Os objectivos organizacionais são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e estão calendarizados.	A missão e os objectivos organizacionais são regularmente consultados, avaliados e actualizados (conforme necessário).	1	4	5
Objectivos e visão da implementação BIM	A visão é o estado futuro perspectivado pela Organização com a implementação BIM. Os objectivos são metas que a Organização se propõe a alcançar com a implementação do BIM.	Visão e objectivos da implementação BIM não definidos	Visão da implementação BIM definida de forma básica	Objectivos da implementação BIM definidos de forma básica	A missão, a estratégia e a cultura da Organização estão presentes na visão da implementação BIM.	Os objectivos da implementação BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e estão calendarizados	A visão e os objectivos da implementação BIM são regularmente consultados, avaliados e actualizados (conforme necessário).	0	3	5
Apoio Executivo	Até que ponto a gestão executiva (de topo) apoia o planeamento da implementação BIM.	Apoio executivo inexistente	Apoio limitado apenas a estudos de fiabilidade	Apoio total à implementação BIM com compromisso de disponibilizar alguns recursos.	Apoio total à implementação BIM com compromisso de disponibilizar recursos apropriados	Apoio limitado à continuidade dos esforços de implementação devido à limitação de recursos financeiros.	Apoio total à continuidade dos esforços de implementação.	1	4	5
BIM Champion	O BIM Champion é um indivíduo tecnicamente habilitado e motivado para orientar uma Organização na implementação do BIM efectivamente, na melhoria dos seus processos impulsionando a adopção, na gestão da resistência comportamental.	BIM Champion inexistente	BIM Champion identificado mas com disponibilidade limitada para a iniciativa BIM	BIM Champion com disponibilidade adequada para a iniciativa BIM	Múltiplos BIM Champions capazes de formar grupos de trabalho	BIM Champion proveniente da gestão executiva, com disponibilidade limitada	BIM Champion proveniente da gestão executiva com disponibilidade para trabalhar próximo de outros BIM Champions.	0	2	5
Comité de Planeamento BIM	O Comité de Planeamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia da Organização com integração do BIM.	Comité de planeamento BIM não constituído	Pequeno comité apenas com os indivíduos interessados no BIM	Comité BIM formalizado, mas não inclui indivíduos da base da estrutura organizacional.	Comité BIM multidisciplinar, incluindo indivíduos da base da estrutura organizacional	Comité BIM constituído por membros de todos os níveis hierárquicos incluindo o nível executivo	As decisões de planeamento do BIM estão integradas com a estratégia global da Organização.	0	5	5

Figura 36 - Exemplo (parcial) de um Modelo de Capacidade e Maturidade - Capability Maturity Model (CMM).

O *CMM* exemplificado consiste num sistema de pontuação que inicia em 0 e que representa a inexistência do componente da implementação BIM a que se refere dentro da Organização, até ao 5 (nível mais elevado) que significa que esse componente está a ser completamente gerido. Assim, o *CMM* permite ao Comité de Planeamento BIM rapidamente documentar o estado da implementação para cada componente de planeamento BIM. Para além disso, posteriormente, é utilizado para documentar qual o nível de implementação futuro que a Organização pretende atingir.

O comité deve avaliar se a Organização está preparada para a mudança, tendo em consideração os dados até agora compilados. Sem a garantia que todas as necessidades e pré-requisitos foram devidamente avaliados torna-se difícil avançar com um planeamento estratégico coerente. Alguns dos requisitos indispensáveis para prosseguir com o planeamento são:

- Definição do BIM *Champion* e estruturação do Comité de Planeamento e, caso se aplique, contratação do consultor de apoio à implementação BIM, por forma a dar início ao procedimento de planeamento;
- Assegurar o envolvimento da gestão de topo e dos todos os intervenientes relevantes;
- Disponibilizar adequadamente o tempo, recursos e fundos necessários aos esforços de planeamento;
- Adquirir sensibilidade para o facto de que o planeamento estratégico da implementação BIM é um esforço contínuo e não um evento isolado no tempo.

4.3.2.4. Alinhar: Nível de Implementação Desejado

Após a conclusão do diagnóstico do estado atual da Organização o Comité de Planeamento BIM está em condições para decidir até que ponto a Organização vai implementar o BIM. Para isso é essencial estabelecer os objetivos relacionados com a implementação BIM, determinar que utilização a dar ao BIM e deliberar qual o nível ideal, mensurável e atingível, pretendido da maturidade da implementação. As características inerentes à Organização como a sua experiência e os seus conhecimentos são fatores que interferem consideravelmente na conclusão desta etapa. Posteriormente, o *CMM* pode ser utilizado para documentar o nível de implementação pretendido para cada componente da implementação BIM.

4.3.2.4.1. Objetivos da implementação BIM

Por forma a estabelecer um rumo à implementação do BIM é essencial que o Comité determine quais os objetivos que a implementação pretende atingir. Os objetivos da implementação BIM (ou simplesmente objetivos BIM) procuram delinear metas ou estados futuros que a Organização se propõe a atingir com a utilização do BIM. Devem ser estabelecidos objetivos realisticamente atingíveis e quantificáveis e devem ser estipulados prazos para os cumprir, ou seja, estar calendarizados.

Os objetivos BIM permitem orientar de forma efetiva a implementação do BIM na Organização. Alguns exemplos são:

- Aumentar os índices de produtividade da empresa em XX%, através do melhoramento da eficiência das comunicações digitais, e através da implementação de processos de trabalho mais eficazes e automatizados;
- Reduzir os custos de trabalho em X euros, através da produção de projetos com maior precisão e detalhe, decrescendo assim o retrabalho;

- Angariar X novos clientes internacionais, através da disponibilização de novos serviços no âmbito da metodologia BIM;
- Aumentar para X% o tempo de trabalho útil na elaboração dos projetos por intermédio da simplificação do processo de entrega de elementos ao dono de obra.

Cada Organização tem os seus objetivos específicos quanto à implementação do BIM, sejam eles a curto ou longo prazo. Alguns são mais importantes que outros, pelo que o comité deve por isso defini-los mediante a sua prioridade. Para além disso, o comité deve ter presente de que os objetivos BIM têm de estar alinhados com a visão e a missão da Organização.

Prioridade	Objetivos BIM	Prazo
Máxima prioridade	Fornecer projetos de maior complexidade de forma mais rápida e detalhada recorrendo a software de modelação	Até daqui a 1 ano
Prioridade média	Angariar novos clientes que requisitem projetos executados em BIM	Até daqui a 2 anos

Quadro 1 - Tabela de registo de Objetivos BIM.

4.3.2.4.2. Usos BIM (BIM Uses)

Um Uso BIM (na gíria anglo-saxónica *BIM Use*) é um método ou processo no qual se aplica o *Building Information Modeling* em determinada(s) fase(s) do ciclo de vida de um empreendimento para atingir um ou mais objetivos específicos. A determinação dos Usos BIM nesta fase do planeamento baseia-se nos objetivos da implementação do BIM anteriormente estipulados. Alguns objetivos da implementação BIM podem implicar diretamente a implementação de apenas um Uso BIM, enquanto que outros implicam a implementação de vários Usos BIM.

Normalmente a implementação de um Uso BIM corresponde a um investimento, não só financeiro mas também de tempo. A seleção da panóplia de Usos BIM que a Organização pretende implementar deve ser criteriosa, dando ênfase aos que melhor suportam os objetivos mais prioritários da implementação BIM e aos mais simples de implementar. À medida que a maturidade da implementação BIM evolui, a Organização pode partir para a implementação de Usos BIM mais complexos. Tipicamente os Usos BIM podem ser:

- Programação da manutenção (preventiva) de um edifício;
- Análise dos sistemas de um edifício;
- Gestão de ativos de um edifício;
- Gestão e monitorização da utilização de espaços;
- Planeamento de emergências;
- Gestão Documental (Record Modeling);
- Organização e gestão de estaleiros de construção civil;
- Conceção de sistemas construtivos (Virtual Mockup);
- Fabricação Digital;

- Levantamento Digital (Digital Layout);
- Coordenação 3D;
- Modelação de especialidades;
- Análise de soluções (Estruturais, Energéticas, Iluminação Natural, etc.);
- Análise de eficiência energética;
- Análise Estrutural;
- Avaliação de sustentabilidade (LEED, BREEAM);
- Verificações Regulamentares;
- Disposições interiores das edificações e espaços livres;
- Estudos de viabilidade;
- Planeamento do faseamento construtivo (Modelação 4D);
- Orçamentação e extração de quantidades;
- Modelação das condições existentes;

Nos anexos do Guia para cada Uso BIM consta uma descrição que caracteriza cada Uso BIM, qual o potencial valor da sua implementação, quais os recursos necessários e que competências/conhecimentos a equipa deve deter para proceder à sua implementação efetiva.

Apesar da extensa lista que o Guia BIMMS disponibiliza, a decisão de implementar um Uso BIM deve ser suportada por um conhecimento aprofundado acerca das suas implicações, sugerindo-se portanto uma pesquisa e recolha de informação antes da sua implementação. Importa também mencionar que podem ser encontradas outras utilizações válidas para o BIM não constantes no anexo, que sob análise, representam mais-valias para a Organização. Finalmente, deve-se avaliar a interdependência dos Usos BIM, quer isto dizer que a implementação de determinado Uso BIM pode requerer a implementação de outro(s) Uso(s) BIM.

4.3.2.4.3. Nível de Maturidade da Implementação BIM desejado

Recorrendo ao perfil de maturidade da implementação BIM da Organização, nesta etapa devem ser identificados e registados quais os níveis de implementação BIM desejados. A escolha destes níveis deve ser dirigida para as áreas que necessitam de maior desenvolvimento para atingir os objetivos de implementação BIM. Durante este processo, o Comité de Planeamento BIM deve ter presente que não é necessário que a Organização avance para o nível máximo do *CMM* para obter o nível desejado da implementação BIM. Estabelecer o nível desejado de implementação BIM requer um período de tempo considerável, visto que o comité deve, para além de identificar os níveis desejados, investigar todo o esforço que é necessário empreender e o tempo que é necessário despende para os atingir. É importante que o comité consiga diferenciar claramente o nível de implementação que desejam ver, daquele que é possível atingir face às capacidades da Organização. Para alcançar determinado nível é necessário planear com base nas suas capacidades e fazê-lo durante um período de tempo realista.

4.3.2.5. Avançar: Estratégia de integração do BIM

O passo final do planeamento estratégico consiste em desenvolver uma estratégia de integração, com base nas metas, objetivos e visão da Organização, anteriormente estabelecidos. O processo de implementação varia, naturalmente, de Organização para Organização e depende em muito dos seus objetivos, do investimento financeiro e de tempo, da sua experiência em BIM e dos recursos disponíveis. Planear uma estratégia de integração, ou seja, a forma como se vai integrar o BIM na Organização, contribui para que o Comité

de Planeamento determine uma abordagem que evite o escalar incontrolável de custos e o direcionamento ineficiente de recursos. Para além disso permite estabelecer uma referência base com a qual é possível controlar o progresso da implementação através de pontos de controlo pré-determinados no tempo. O comité deve para isso documentar um plano de ação que detalhe tipicamente o seguinte:

- Missão e visão da Organização;
- Objetivos organizacionais e objetivos da implementação do BIM;
- Elementos do planeamento BIM;
- Resultados esperados para cada elemento de planeamento BIM associados a uma cronologia;
- Funções e responsabilidades profissionais definidas durante o período de implementação;
- Estrutura e canais de comunicação;
- Procedimentos de documentação;
- Recursos financeiros e tecnológicos necessários para a duração do procedimento de implementação;
- Procedimentos de gestão de risco ao longo do decurso da implementação;
- Procedimento de recolha de *feedbacks*.

O objetivo deste plano de ação é levar a Organização a progredir do atual nível de maturidade para o nível de implementação futuro.

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Perfil Organizacional	Missão, Visão e Objectivos juntamente com o apoio da gestão organizacional, BIM Champion(s) e o Comité de Planeamento BIM	0	1	2	3	4	5	2	18	25
Missão e objectivos organizacionais	A missão é o propósito fundamental da existência de uma Organização. Os Objectivos procuram delinear as metas ou estados futuros que a Organização se propõe a atingir.	Missão e objectivos Organizacionais não estabelecidos.	Missão organizacional estabelecida de forma básica.	Objectivos estabelecidos de forma básica.	O propósito, os estados futuros e a Organização estão presentes na sua missão.	Os objectivos organizacionais são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e estão calendarizados.	A missão e os objectivos organizacionais são regularmente consultados, avaliados e actualizados (conforme necessário).	1	4	5
Objectivos e visão da implementação BIM	A visão é o estado futuro perspectivado pela Organização com a implementação BIM. Os objectivos são metas que a Organização se propõe a alcançar com a implementação do BIM.	Visão e objectivos da implementação não definidos	Visão da implementação básica	Objectivos da implementação básica	A missão, a estratégia e a cultura da implementação estão presentes na visão da implementação BIM.	Os objectivos da implementação BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e estão calendarizados.	A visão e os objectivos da implementação BIM são regularmente consultados, avaliados e actualizados (conforme necessário).	0	3	5
Apoio Executivo	Até que ponto a gestão executiva (de topo) apoia o planeamento da implementação BIM.	Apoio executivo inexistente	Apoio limitado apenas a esforços de fiabilidade	Apoio total à implementação BIM disponibilizar alguns recursos.	Apoio total à implementação BIM disponibilizar recursos apropriados	Apoio limitado à continuidade dos esforços de implementação devido à limitação de recursos financeiros.	Apoio total à continuidade dos esforços de implementação.	1	4	5
BIM Champion	O BIM Champion é um indivíduo tecnicamente habilitado e motivado para orientar uma Organização na implementação do BIM efectivamente, na melhoria dos seus processos impulsionando a adopção, na gestão da resistência comportamental.	BIM Champion não identificado	BIM Champion identificado mas com pouca disponibilidade para a iniciativa BIM	BIM Champion com disponibilidade para a iniciativa BIM	Múltiplos BIM Champions capazes de formar grupos de trabalho	BIM Champion proveniente da gestão executiva, com disponibilidade limitada	BIM Champion proveniente da gestão executiva com disponibilidade para trabalhar próximo de outros BIM Champions.	0	2	5
Comité de Planeamento BIM	O Comité de Planeamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia da Organização com integração do BIM.	Comité de planeamento não constituído	Pequeno comité apoiar com os interessados no BIM	Comité BIM formalizado, mas não organizacional.	Comité BIM multidisciplinar, organizacional	Comité BIM constituído por membros de todos os níveis da Organização.	As decisões de planeamento do BIM são tomadas com a global da Organização.	0	5	5

Figura 37 - Representação da evolução do nível de maturidade no Modelo de Capacidade e Maturidade.

4.3.2.5.1. Roadmap da Integração do BIM

O *Roadmap* é uma ferramenta de gestão que permite apresentar a visão futura da implementação, demonstrando as mudanças estratégicas no modelo de negócio da Organização. Um *Roadmap* consegue facilmente e de forma visual comunicar os componentes principais da estratégia de implementação, através de uma simples representação gráfica. São utilizados para planeamento, visualização e implementação de uma estratégia. Para elaborar corretamente um *RoadMap* é fundamental determinar em primeira mão que tipo de informação irá conter e ter conhecimento dos passos para elaborar um *RoadMap*, que poderá incluir categorias como:

- Os componentes de planeamento incluindo os Usos BIM;
- Intervalos ou períodos de tempo em anos, meses, etc.;
- Situação atual da Organização com a implementação do BIM (Em que patamar a Organização se encontra?);
- Situação idealizada para a implementação do BIM (Até que ponto a Organização pretende implementar o BIM?);
- Estados ou marcos temporais intermédios que devem ser atingidos;
- Usos BIM que serão utilizados internamente.

O desenvolvimento de um *Roadmap* detalhado envolve múltiplas sessões de trabalho ou *workshops* com os vários membros do Comité de Planeamento BIM e com os colaboradores de uma Organização. Existem vários tipos de *RoadMaps* cuja sua classificação se baseia no seu propósito, formato ou utilização e existem diversos procedimentos para desenvolver um *RoadMap*, pelo que sugere-se a consulta da literatura acerca deste assunto. A seguir está explicito um possível procedimento para desenvolver um *RoadMap*.

1. **Escolher/Definir um tipo de *Roadmap*** – o comité deverá escolher/definir um tipo e formato de um *RoadMap* que melhor assente nos requisitos da Organização.

Tipos	Categorias
Propósito	Planeamento Estratégico, Planeamento a longo prazo, Planeamento da integração.
Formato	Múltiplas camadas, barras, tabelas, gráficos, fluxogramas.
Uso	Uso contínuo ou uso único.

Quadro 2 - Tipos e Categorias de Roadmaps.

Tendo em vista a integração do BIM numa Organização o *RoadMap* deverá ser uma mistura entre o planeamento estratégico e o planeamento de integração. O primeiro assiste na análise das forças e fraquezas da Organização, e na análise das oportunidades e ameaças para o negócio. O segundo ajuda a manter o foco na avaliação e na integração de uma nova tecnologia num modelo de negócio existente para estrategicamente o melhorar. A escolha do formato depende do tipo de audiência a que o *RoadMap* se dirige. O mesmo *RoadMap* poderá ser feito em diversos formatos consoante este pretenda ser comunicado à Gestão de Topo, Intermédia ou Operacional.

2. **Desenvolver o *Roadmap*** – o *RoadMap* deverá ser concebido em consonância com os requisitos da Organização. Uma vez que estes são diferentes de Organização para Organização torna-se necessário personalizar o *RoadMap* para extrair ao máximo a suas mais-valias. Alguns itens que devem ser considerados no desenvolvimento de um *RoadMap* são:

Tempo – escala utilizada para representar o tempo (meses, semanas, ano fiscal, etc).

Diretivas estratégicas ou de integração – o desenvolvimento de diretivas é o componente do *RoadMap* que necessita de mais tempo por parte do comité.

Informação de Suporte – o comité de planeamento necessita de identificar que informação será exibida pelo *RoadMap* juntamente com o tempo e com as diretivas. Inclui por exemplo, identificação dos indivíduos responsáveis por implementar

determinada fase, dos pontos de controlo ao longo do tempo e as ligações estabelecidas entre as diretivas que permitem avançar de uma para outra.

4.3.3. PLANEAMENTO DETALHADO E EXECUÇÃO

A segunda etapa do procedimento de implementação BIM proposto é o Planeamento Detalhado e Execução. Nesta etapa a implementação BIM é planeada e executada ao nível tático e operacional da Organização. Compreende portanto um conjunto de ações que possibilitam implementar o BIM nos departamentos organizacionais e nas equipas que os constituem.

A etapa de Planeamento Detalhado e Execução é levada a cabo por uma sequência de tarefas as quais abordam os restantes componentes de implementação BIM – processos, ferramentas e pessoas. Desta forma permite que a Organização seja capaz de integrar o BIM nos processos organizacionais, implementar o BIM sob a sua perspetiva tecnológica e preparar os recursos humanos para o BIM.

Uma das primeiras ações a tomar nesta etapa, é formar uma Equipa de Implementação BIM com a missão de planear detalhadamente a implementação BIM. Esta equipa deverá ser responsabilizada por toda esta etapa e pela compilação de um Plano de Implementação BIM, que contém todas as informações reunidas durante esta e que deverá estar perfeitamente alinhado com o Plano Estratégico anteriormente concebido. Posteriormente a implementação BIM deverá ser testada, através da escolha de um projeto piloto e de uma equipa técnica devidamente preparada.

4.3.3.1. Equipa de Implementação BIM

Enquanto que a responsabilidade do Comité de Planeamento BIM é planejar estrategicamente a implementação do BIM ao mais alto nível hierárquico da Organização, a tarefa da Equipa de Implementação BIM é planejar detalhadamente a implementação BIM ao nível tático e ao nível operacional. Para tal deve ser composta por um conjunto apropriado de indivíduos, cuja sua responsabilidade é primeiramente implementar cada Uso BIM, garantir a continuidade da implementação BIM do nível estratégico para os níveis tático e operacional respeitando o Plano Estratégico, determinar e justificar os recursos necessários à implementação e desenvolver um Plano de Implementação que descreva a transição da Organização para o BIM, que contenha o programa de registo e aquisição de ferramentas informáticas (software e hardware) e o programa de educação, formação e contratação de profissionais.

Os indivíduos que fazem parte da equipa devem ser aqueles que detenham autoridade adequada para modificar os processos de trabalho atuais no seu departamento/área funcional, com disponibilidade suficiente para se dedicarem à implementação BIM, com mentalidade aberta à mudança e que estejam diretamente implicados na utilização do BIM. A equipa de implementação BIM é suscetível de sofrer pequenas alterações ao longo do tempo por forma a adaptar-se às necessidades reais que surgem. Porém deve contar sempre com a presença de um ou mais BIM *Champion(s)* com um forte desejo de implementar o BIM, já que é da sua responsabilidade dirigir a implementação BIM na Organização e levar a cabo o procedimento de implementação do plano e partilhar o seu valor com os demais assegurando que são disponibilizados os recursos (de tempo, de pessoal) exigidos pelo procedimento de implementação. Igualmente importante, é a presença de um ou mais indivíduos defensores/patrocinadores da implementação BIM, provenientes da gestão de topo. As suas responsabilidades são sobretudo fundamentar perante a camada hierárquica mais alta da Organização, o investimento que está a ser feito, os recursos que estão a ser

gastos e garantir que tais recursos continuam a ser disponibilizados. Deverá deter conhecimentos básicos do BIM e promover a adoção do BIM na Organização. Um último elemento chave, mas não menos importante, é o supervisor ou gestor operacional responsável pela chefia ou coordenação de uma equipa técnica. Tem como função documentar os processos operacionais, aqueles mais básicos e que se desenvolvem para, por exemplo, conceber um projeto de estruturas.

A dimensão da Organização influencia a constituição da equipa de implementação do BIM. Provavelmente, em Organizações de menores dimensões o mesmo individuo terá que assumir mais do que uma função e responsabilidade. Porém, executar o planeamento de implementação do BIM numa Organização mais pequena poderá revelar-se mais fácil, devido à sua estrutura hierárquica mais compacta que se traduz numa coordenação mais ágil, menos burocrática e menos resistente à mudança. Desta forma, é capaz de se adaptar mais rápida e facilmente ao BIM. Nestas Organizações, os indivíduos que constituem o Comité de Planeamento BIM podem formar a Equipa de Implementação BIM, o que tem a vantagem de garantir que a estratégia traçada, ao nível da gestão de topo, de integração do BIM é correta e eficientemente comunicada e partilhada aos níveis de gestão inferiores e por consequência a todos os colaboradores da Organização. Mesmo para Organizações maiores a inclusão de alguns membros-chave do comité na equipa de implementação poderá mostrar-se vantajoso, até porque estes podem mais facilmente obter apoio da gestão de topo (seguindo uma das regras de boa prática da literatura de referência), para além de que têm um conhecimento mais aprofundado do que a Organização pretende com a implementação BIM.

Tal como anteriormente referido na formação do Comité de Planeamento BIM, deverá ponderar-se a contratação de uma terceira entidade (um consultor) para suportar a

implementação do BIM e que faça parte da equipa de implementação BIM se a Organização chegar à conclusão que não existe capacidade técnica interna, suficiente para o fazer.

4.3.3.2. Processos: Estrutura Organizacional, Processos atuais e Integração dos Processos BIM.

É essencial que a Equipa de Implementação BIM compreenda a forma como a Organização se coordena interiormente para exercer a sua atividade. Para tal, a equipa deve começar por documentar a atual estrutura organizacional, os atuais processos em cada departamento, com o intuito de discernir os que serão afetados pela introdução dos novos processos BIM. A estrutura de uma Organização pode ser sintetizadamente documentada recorrendo a um organograma que de um modo gráfico permite compreender facilmente um conjunto de informações acerca da sua estrutura, nomeadamente, como se agrupam os diferentes colaboradores nos diversos níveis hierárquicos e a quem reportam. O organograma é uma ferramenta útil, contudo importa não esquecer que há componentes da estrutura que não são identificados, como por exemplo, os processos organizacionais de cada departamento. A observação direta de tarefas/operações ou o recurso a reuniões agendadas com indivíduos diretamente responsáveis pelo desenvolvimento das atividades e implementação de processos, é uma boa forma de determinar e registar de que maneira a Organização concretiza os seus produtos ou serviços. A elaboração de mapas de processos com o registo dos atuais processos constitui uma ferramenta auxiliar que fornece informação valiosa da forma como os departamentos organizam as suas tarefas/operações. Os mapas de processos podem ser elaborados recorrendo à notação *BPMN* (*Business Process Model and Notation*) e podem atingir diferentes níveis de detalhe. Significa que, por exemplo, um mapa de processos global da Organização representa todos os processos globais que esta desenvolve

no decurso da sua atividade e um mapa de processos detalhado representa o encadeamento dos subprocessos que concretizam e estão dentro de cada processo global. Normalmente, o mapa de processos global é um mapa de nível 1, o que quer dizer que não existe mais nenhum acima deste, e o mapa detalhado é um mapa de nível 2, isto é, provém de um dos processos constante no mapa global. Desta forma, existe um único mapa global e vários mapas nível 2. Os processos dos mapas de nível 2 podem ainda ser mais detalhados, constituindo-se portanto um mapa de nível 3, e assim sucessivamente. A equipa deverá ponderar até que ponto detalha os seus processos, contudo elaborar o mapa global e o mapa detalhado é já considerado um bom nível de detalhe, uma vez que o mapa de processos da implementação de um Uso BIM, normalmente, é do nível 2 (relembrando que um Uso BIM pode ser visto como um processo).

Concluídos os mapas dos processos atuais, a equipa de implementação encontra-se em condições de rever os atuais e incluir os novos processos, associados à implementação de cada Uso BIM anteriormente selecionado. Isto poderá ser feito com o auxílio do corpo técnico da Organização (Projetistas, Desenhadores, Engenheiros, Arquitetos, etc.), já que são eles que estão diretamente envolvidos em cada processo. Esta tarefa implica, a substituição, adição ou edição de processos, culminando no mapa de processos final que genericamente se denomina mapa de processos BIM. A figura seguinte é um exemplo de um Mapa de Processos BIM Global, já com a integração do BIM.

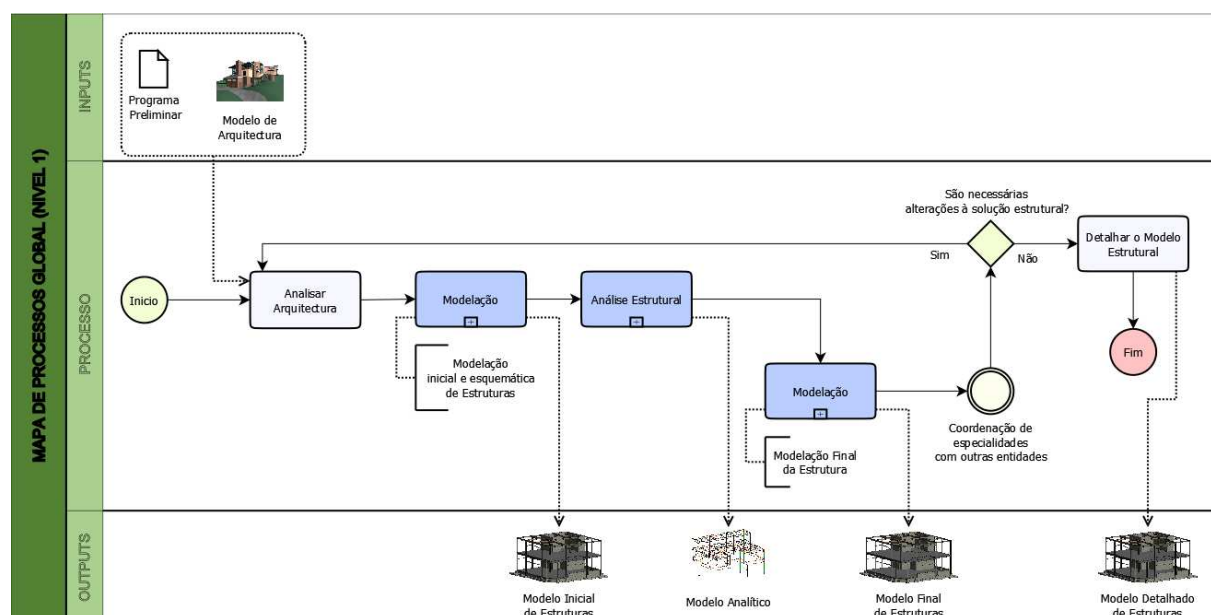


Figura 38 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Global (nível 1).

As Figura 39 e Figura 40 são exemplos dos Mapas Detalhados dos processos de Modelação inicial e de Análise Estrutural do Mapa Global.

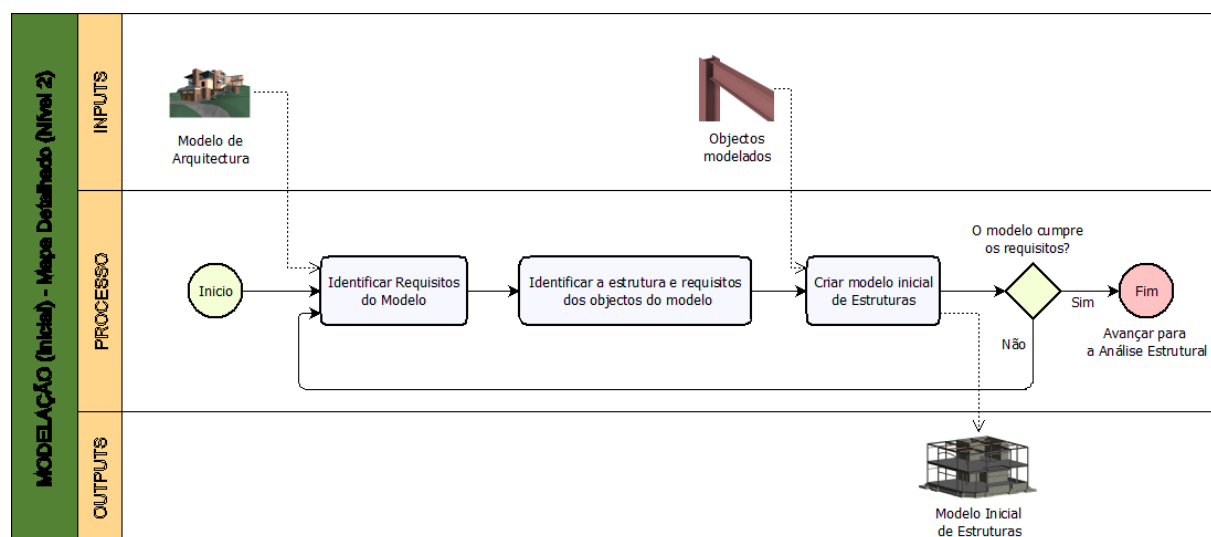


Figura 39 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Detalhado (nível 2) do Uso BIM Modelação.

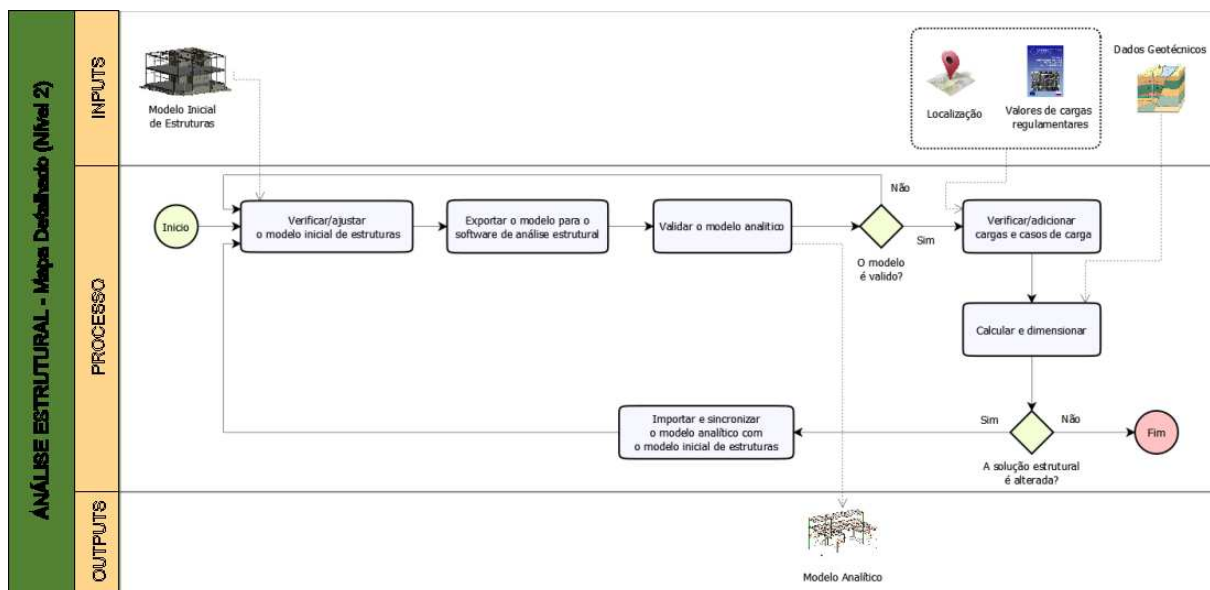


Figura 40 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Detalhado (nível 2) do Uso BIM Análise Estrutural.

É importante que a Equipe de Implementação BIM documente devidamente os processos atuais e os processos BIM, já que é essencial para seguidamente planear a transição para os novos processos BIM.

4.3.3.2.1. Transição para os Usos do BIM

A Equipe de Implementação BIM deve planear a transição (parcial) para cada Uso BIM. Esta ação pressupõe identificar as tarefas necessárias para que as atividades atuais que a Organização desempenha (representadas nos Mapas Detalhados de processos atuais) transitem para atividades organizacionais que incorporam o BIM (representadas pelos Mapas Detalhados de Processos BIM). Cumulativamente, é fundamental que a equipa de implementação estipule um prazo para a transição parcial para cada Uso BIM e identifique de forma mensurável quais os resultados esperados e as metas a atingir, sempre consciente de que é preciso comprar novos softwares, formar, educar e contratar recursos humanos, configurar novos sistemas, providenciar orientações para interpretar e adotar os processos

BIM e controlar/monitorizar o progresso da transição parcial. Assim é possível evitar o desenrolar indefinido no tempo do procedimento de transição parcial e proporciona um meio de avaliar se a transição foi ou não bem-sucedida.

Existem diversas formas de documentar e representar a transição para os Usos BIM, nomeadamente através do muito conhecido Método do Caminho Critico (*Critical Path Method – CPM*).

4.3.3.2.2. Transição Global da Organização para o BIM

A transição de toda uma Organização para o BIM deve ser feita com respeito à transição parcial para cada Uso BIM planeada anteriormente assim como as tarefas que foram estipuladas para o fazer. Assim a Equipa de Implementação BIM pode elaborar um plano de transição que compreende uma análise ao planeado para as transições parciais para cada Uso BIM, com o objetivo de compatibilização de prazos e recursos necessários (financeiros e outros). Esse plano deve ser delimitado no tempo e pode ser representado de várias formas, como por exemplo, através do *CPM* anteriormente mencionado. O plano de transição global incide na área de gestão da mudança do processo de implementação BIM. Tem como objetivos:

- Preparar a Equipa de Implementação BIM para ultrapassar as dificuldades de lidar com a resistência comportamental;
- Preparar a Equipa de Implementação BIM para lidar com dificuldades inesperadas;
- Preparar a Equipa de Implementação BIM para estar atenta a considerações relevantes durante o processo de transição.
- Identificar os indivíduos diretamente afetados pelo processo de implementação.

- Auxiliar a Equipa de Implementação BIM no controlo do processo de transição.

4.3.3.3. Ferramentas: Infraestrutura Tecnológica (Hardware e Software)

A infraestrutura tecnológica é constituída por todos os equipamentos e *software*, incluindo computadores, servidores, equipamentos de rede e outros, que estão na posse da Organização e são utilizados como ferramentas de trabalho que permitem disponibilizar todos os seus serviços e produtos. Como futuramente esses serviços e produtos serão fornecidos por intermédio da metodologia BIM, conclui-se que toda a infraestrutura tecnológica deve suportar de forma eficaz a implementação BIM.

A Equipa de Implementação deve ser responsável por planejar a infraestrutura tecnológica da Organização, começando por determinar quais as necessidades tecnológicas para implementar o BIM, previamente à aquisição e/ou instalação de qualquer tipo de software ou hardware. É importante que a equipa saiba em primeira mão o propósito e os objetivos que o software e o hardware devem servir e só depois partir para a sua aquisição. Para além disso, deve ter presente que a escolha do software/hardware é dependente dos Usos BIM e dos processos BIM que se pretendem implementar.

4.3.3.3.1. Software

Um dos pontos mais críticos para implementar com sucesso o BIM é adquirir o software adequado. Existem vários fatores que influenciam a aquisição de determinado software de determinado fornecedor nomeadamente:

- Possibilidade de adquirir juntamente com o *software* o *hardware*;
- Compatibilidade com o *hardware/software* existente;

- Custo (inicial e de manutenção/atualização);
- Facilidade de utilização;
- Apoio técnico;
- Competências técnicas requeridas para o manusear;
- Reputação;
- Experiência de utilização com softwares do mesmo fornecedor;

A Equipa de Implementação BIM deve contactar diversos fornecedores de *software* e avaliar qual o software que cumpre as necessidades mais relevantes da Organização. Para seleccionar o *software* BIM adequado a equipa deve enquadrar cada um dos profissionais da Organização que vai utilizar o *software* num determinado domínio da indústria AECO – Arquitetura, Sustentabilidade, Estruturas, MEP, Construção (Simulação, Estimativa e Análise do Processo Construtivo) e Facility Management⁴. Esta separação permite comparar *softwares* do mesmo tipo de diferentes fornecedores.

A Equipa de Implementação BIM deve chegar a dois tipos de solução, a solução ideal e que cumpre todos os requisitos estabelecidos, e a solução mais económica, aquela que cumpre os principais requisitos.

4.3.3.3.2. Hardware

Após a seleção do software BIM, a equipa deve seleccionar o hardware indicado para instalar o software, sabendo que a utilização de hardware inadequado acarreta perdas de

⁴ Em anexo é disponibilizada uma tabela com a listagem dos vários softwares comerciais separados pelos domínios da indústria AECO.

produtividade e causa frustração aos profissionais que o utilizam. Assim, é essencial que a equipa tenha conhecimentos acerca de especificações técnicas dos equipamentos.

Na escolha dos equipamentos a equipa deve ter em conta os tipos de postos de trabalho a que se destinam:

Posto de trabalho móvel – ocupado por um indivíduo que necessita de equipamentos móveis como *smartphones* ou *tablets* para aceder remotamente a partir de qualquer localização geográfica a informação dos modelos BIM ou contida em servidores.

Posto de trabalho fixo ou semi-fixo – se ocupado por um indivíduo que não necessita de se deslocar poderá ser-lhe disponibilizado um *desktop*, se ocupado por um indivíduo com necessidade de se deslocar frequentemente, deverá ser-lhe disponibilizado um computador portátil. Os principais aspetos a ter em conta na aquisição de computadores são a velocidade do processador, o espaço da memória *RAM* e a placa gráfica. Adicionalmente, poderá ser mais produtivo adquirir múltiplos monitores para o mesmo computador. Há que ter em consideração também que, normalmente um computador fixo é mais potente do que um computador portátil.

Posto de trabalho colaborativo – destinados à reunião dos colaboradores com o objetivo de interagir entre si e com os modelos BIM a fim de discutir soluções aos problemas encontrados, avaliar a qualidade dos modelos criados, entre outras atividades que necessitem o envolvimento de diversos profissionais. Para o efeito deverá existir uma sala de adequadas dimensões, com projetor e/ou outros meios que propiciem o desenvolvimento de um ambiente colaborativo.

A utilização correta do software BIM implica que todos os dispositivos em todos os postos de trabalho estejam conectados entre si para poderem partilhar informação digital. Para que tal aconteça é importante que a rede e a ligação à internet sejam planeadas de modo a lidar eficazmente com a quantidade de informação que é transacionada, evitando assim perdas de produtividade, perdas de informação ou danos nos modelos BIM. Para além disso, deve existir um servidor para desenvolvimento e arquivo dos modelos BIM e da sua informação associada. O servidor deve estar munido de um sistema de *backup*, para evitar a perda catastrófica de ficheiros importantes.

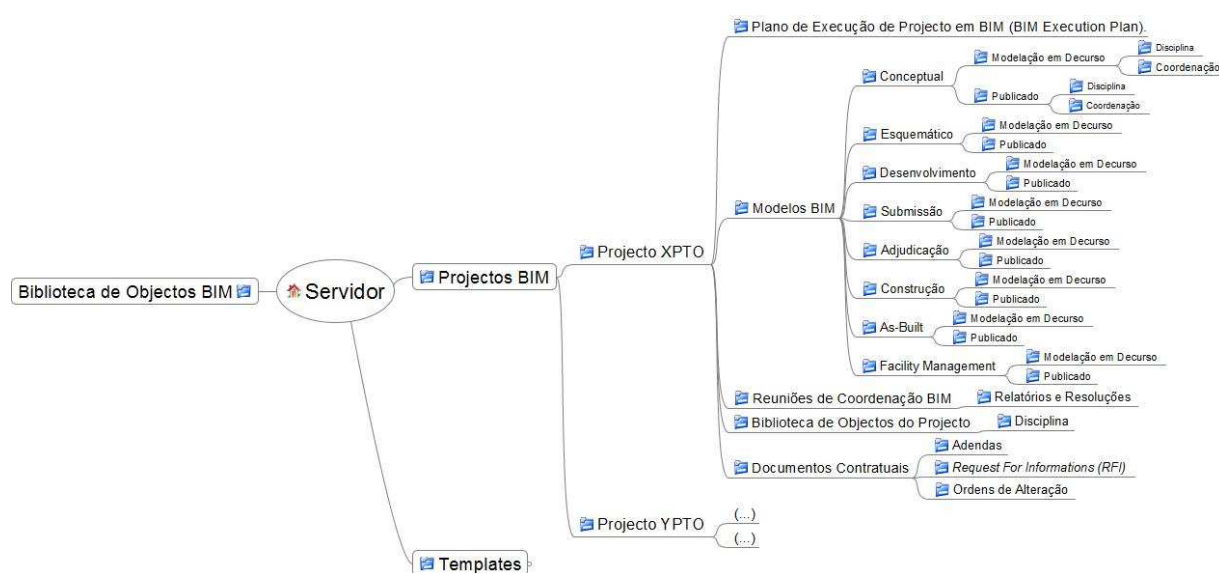


Figura 41 - Exemplo da estrutura de pastas do servidor.

Cumulativamente à definição da estrutura de pastas a equipa de implementação deve estipular regras de nomenclatura de ficheiros, incluindo os ficheiros que contêm os modelos BIM.

Um modelo BIM é formado por um conjunto de objetos que se interligam mediante determinadas características. Esses objetos “virtuais” representam um objeto real, como por exemplo, uma viga, um pilar ou uma laje. Para criar um modelo BIM em primeiro lugar é necessário criar ou modelar objetos, que podem ser arquivados à parte do modelo BIM, para

posterior uso. É facilmente perceptível que, para criar um modelo representativo, nem que seja apenas de uma estrutura de um edifício, são necessários vários objetos, uma vez que é constituída por várias vigas, pilares, lajes, de vários tipos. Desta forma é fundamental organizar todos esses objetos numa biblioteca de objetos BIM, que deve seguir uma estrutura de pastas muito bem pensada pela Equipa de Implementação, assim como regras de nomenclatura para os ficheiros que contêm os objetos BIM. A biblioteca BIM pode ser armazenada no mesmo servidor anteriormente referido, juntamente com a restante informação. A figura seguinte exemplifica como estruturar as pastas da biblioteca de objetos BIM.



Figura 42 - Exemplo da estrutura de pastas da biblioteca de objetos BIM.

Um último aspeto em ter em conta pela Equipa de Implementação, prende-se com a necessidade de criar novos *templates* para serem utilizados na modelação de objetos e na criação de modelos BIM. Esses *templates* são ficheiros que contêm padrões, que no caso de modelos BIM, formatam vistas em 2D e 3D, desenhos e todas as suas entidades (linhas, polilinhas, tramas, etc.) e também eventuais folhas para impressão. Os *templates*, devem estar organizados no arquivo do servidor mediante uma estrutura de pastas planeada tal como a biblioteca de objetos. Periodicamente devem ser atualizados, de forma a conter os mais recentes padrões dos projetos.

4.3.3.4. Pessoas: Educação e Formação de Recursos Humanos

Os Recursos Humanos são uma das peças mais importantes quer da Organização em si quer da implementação BIM. A Equipa de Implementação BIM tem como função preparar devidamente os profissionais para a utilização dos novos softwares e também para os processos BIM que serão implementados. Assim a equipa deve conhecer as atuais funções, responsabilidades e competências dos Recursos Humanos, para poder tomar a decisão de contratar ou não novos profissionais, programar sessões de formação e educar os profissionais para abordarem de forma positiva e proactiva a metodologia BIM.

4.3.3.4.1. Educação e EndoMarketing

Capacitar os Recursos Humanos para o BIM traduz-se em duas tarefas (educar e formar) que aparentemente parecem ter objetivos iguais, mas no entanto não o têm. Educar tem como objetivo levar a que todos os colaboradores entendam determinados aspetos importantes que impactam na sua postura quanto à implementação BIM e convencê-los que a implementação BIM é o caminho a tomar, escolhido pela Organização. Deve ser então, desenvolvido um programa de educação que aborde essencialmente as seguintes questões:

- O que é o *Building Information Modeling* e como a Organização pode beneficiar com a sua utilização;
- Qual o propósito da inclusão do BIM na missão da Organização;
- Qual o plano estratégico de implementação BIM;
- Que impacto tem o BIM nas funções e responsabilidades individuais, assim como nos processos e métodos de trabalho atuais e tradicionais;

- Qual a necessidade de implementar o BIM;

O programa de educação dos recursos humanos deve ser capaz para além de esclarecer as dúvidas dos colaboradores e demonstrar os benefícios e vantagens da metodologia BIM, fomentar um espírito de mudança em toda a Organização. O *Endomarketing* é um conceito que pode ser empregue para esse fim. Simplificadamente explicado, o *Endomarketing* consiste em utilizar as técnicas tradicionais de *marketing* empregues pelas Organizações para abordar o mercado, adaptando-as a um público alvo diferente, neste caso os colaboradores da Organização. Pode designar-se também de *marketing* interno, e tem como principal objetivo promover, publicitar e divulgar a implementação BIM internamente, levando a uma melhor aceitação da mudança que o BIM representa, por parte dos colaboradores. As suas vantagens são facilmente extrapoláveis. Se analisado o *marketing* tradicional, conclui-se que atualmente representa uma boa alavanca na venda e divulgação de produtos e serviços, e no crescimento geral de um negócio. O mesmo se poderá deduzir para o *marketing* interno, só que este deverá representar uma alavanca impulsionadora da implementação BIM na Organização.

4.3.3.4.2. Formação e Gestão do Conhecimento

A utilização de software BIM e o desempenho de novas funções necessita que os colaboradores sejam dotados de novos conhecimentos e competências e que são adquiridos por intermédio de ações e sessões de formação. Porém, previamente a qualquer ação é necessário que a Equipa de Implementação BIM crie um programa de formação, que estipule, as formações, *workshops* e sessões que serão fornecidas aos colaboradores. Para além disso, é necessário instruí-los para lidar com os novos processos BIM implementados. O programa de formação deve ser preparado tendo em conta que determinados grupos de indivíduos

necessitam de formações mais extensivas ou mais incidentes numa área específica, do que outros grupos. Por exemplo, os indivíduos que fazem parte da gestão de topo provavelmente têm uma necessidade maior em adquirir conhecimentos acerca dos processos BIM. Por outro lado, os gestores intermédios necessitam de uma formação mais exaustiva acerca dos processos BIM e que também inclua uma noções básicas e introdutórias acerca dos softwares BIM. Já a formação para os profissionais técnicos, como Engenheiros, Desenhadores, Modeladores, etc., deverá ser ainda mais exaustiva e incluir os processos BIM, mas focar-se principalmente na aprendizagem completa do software BIM.

As formações podem ser disponibilizadas por meios internos ou externos. Geralmente os fornecedores de software, juntamente com a aquisição dos seus produtos, facultam sessões de formação. É importante que a Equipa de Implementação considere esta opção principalmente quando internamente não existe ninguém com adequada competência ou disponibilidade para o fazer.

É legítimo afirmar que, à medida que a capacidade e os conhecimentos BIM dos colaboradores evoluem, o conhecimento geral e a experiência com o BIM da Organização também evolui. Se tomarmos o conhecimento, como um ativo intelectual da Organização, ou seja, representa valor para a Organização e faz parte dela, intuitivamente se conclui que é algo que deve ser gerido. Surge assim o conceito de Gestão do Conhecimento, definido pelo processo de aquisição, desenvolvimento, partilha e uso efetivo do conhecimento organizacional. Esse conhecimento divide-se em 2 tipos; o conhecimento implícito ou tácito, aquele que foi adquirido pela Organização e pelos colaboradores ao longo do desempenho da sua atividade por intermédio da experiência, e o conhecimento explícito, aquele que é facilmente armazenado, transmitido e acedido, num meio digital, como por exemplo informações recolhidas ao longo da elaboração de um projeto. Enquanto que o conhecimento explícito é mais facilmente gerido, a gestão do conhecimento tácito pode revelar-se um

verdadeiro desafio, já que é inerente à cultura organizacional e aos colaboradores da Organização. Contudo, importa ter consciência que a cultura de uma Organização orientada para a gestão do conhecimento não só explícito mas também tácito, traz vantagens quer para a Organização quer para a implementação BIM. Algumas delas são:

- Melhoria da competitividade de uma Organização;
- Redução de custos e tempo de desenvolvimento de produtos e serviços;
- Disseminação mais rápida de conhecimentos dentro da Organização;
- Melhoria dos processos internos e maior fluidez nas operações;

4.3.4. BIM MARKETING

Atualmente, as empresas da indústria AEC vivem num ambiente difícil, onde competem para angariar novos clientes e fechar novos negócios. O mercado exige serviços crescentemente melhores e cada vez mais económicos, o que conduz ao aumento das expectativas que os clientes depositam nas Organizações que lhes disponibilizam esses serviços. Assim, se a Organização não fornecer esses serviços de forma competitiva, uma outra irá fazê-lo. É importante que desenvolva uma correta estratégia de marketing, com base numa cultura organizacional, que veja o BIM como uma oportunidade de negócio que oferece serviços jamais conseguidos pelos métodos de trabalho tradicionais.

Considerando que, apesar de atualmente grande parte das empresas utilizarem os métodos tradicionais de trabalho, no futuro certamente muitas irão dar o passo para a implementação BIM, à semelhança de outros países. É essencial que a Organização, estabeleça logo à partida uma estratégia de marketing que lhe permita especializar-se em consultadoria BIM, demarcando-a dos seus futuros concorrentes. Caso contrário, poderá representar um futuro esforço adicional para que possa superar a competitividade dos seus concorrentes.

A estratégia de *marketing* deve ter como objetivo principal divulgar a visão BIM da Organização, assim como a sua filosofia, missão, cultura e objetivos BIM, juntamente com os produtos e serviços que oferecem. Envolver ativamente os clientes no BIM revela-se um aspeto muito importante, na medida em que, eles devem compreender clara e efetivamente os benefícios de contratar uma Organização que disponibilize serviços baseados na metodologia BIM. Para cada cliente deve ser estudada uma abordagem à medida do seu perfil, da maturidade dos seus conhecimentos acerca do BIM, da sua experiência com o BIM, das suas exigências ou requisitos, com o intuito de gerir da melhor forma as suas expectativas. A Organização deve fazer com que o cliente entenda as reais possibilidades de conceber um projeto em BIM, e isso só é possível se para cada projeto e para cada cliente seja estudada uma solução personalizada.

Os conteúdos de marketing da Organização devem refletir a sua atitude e compromisso com o BIM. A Equipa de Implementação BIM deve atualizar esses conteúdos assimilando o BIM posteriormente ao desenvolvimento da estratégia de marketing, a qual define se o BIM será divulgado como parte de um serviço global ou como um serviço independente. No primeiro caso, o BIM é utilizado como um processo e como uma ferramenta durante a execução de projetos para atingir os requisitos dos clientes. No segundo caso, o BIM continua a ser interveniente na execução de projetos, contudo a Organização é capaz de disponibilizar pequenos serviços BIM de âmbito muito específico dependendo das necessidades do cliente. Após determinado o caso em que a Organização se insere, devem ser identificados quais os conteúdos de *marketing* que serão alvo de atualizações e os que serão necessários criar, para refletir os serviços BIM. Esses conteúdos podem ser divulgados por meios de comunicação digital ou outros, como por exemplo, páginas de internet, panfletos, revistas ou jornais, etc.



Figura 43 - Exemplo de um panfleto de marketing da BIMMS (frente).

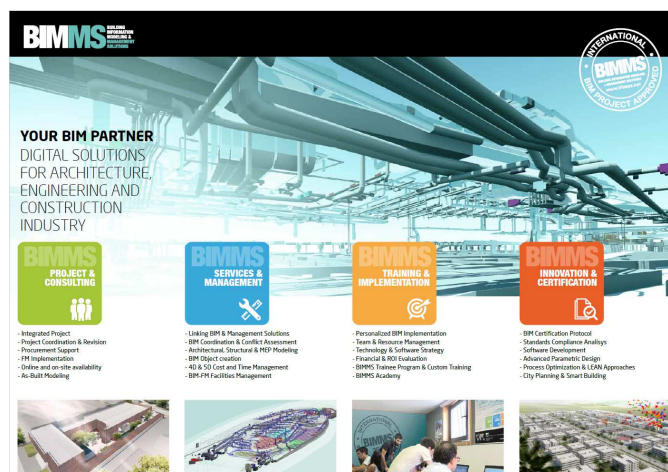


Figura 44 - Exemplo de um panfleto de marketing da BIMMS (verso).

Os conteúdos de *marketing* devem evidenciar a estratégia, visão, missão e objetivos da Organização tendo por base o BIM; os serviços BIM que disponibiliza (como por exemplo modelação e documentação 3D, modelação 4D, orçamentação 5D, etc.); a sua experiência de utilização do BIM em projeto, nomeadamente demonstrar os resultados e consequentes benefícios trazidos para os seus projetos; lições aprendidas com a utilização do BIM incluindo desafios ultrapassados e erros cometidos. Esta tarefa é constante à medida que a Organização aperfeiçoa a implementação BIM e executa os seus projetos.

A Organização pode elaborar um Portfolio BIM, que constitui uma ferramenta útil para abordar os seus clientes, o qual deve exibir de forma atrativa as suas qualificações BIM,

incluindo brochuras de *marketing*, galeria BIM de imagens, casos de estudo BIM etc. Devem ser considerados alguns aspetos importantes, tais como:

- Garantir que os conhecimentos, competências e experiência publicitados no Portfolio correspondem às capacidades reais da Organização;
- Disponibilizar material que demonstre a experiência da Organização com o BIM e que explique o que é o BIM e o porquê da sua escolha. Este material é necessário para clientes que não conhecem o verdadeiro valor do BIM;
- Apresentar dados concretos indicativos da percentagem de adesão à metodologia BIM, assim como dados que representem os benefícios trazidos pelo BIM;
- Apresentar casos de sucesso;
- Disponibilizar material visualmente atrativo e inovador, tais como, slides de apresentação, animações, vídeos, etc.;

Um outro aspeto, prende-se com a necessidade de a Organização formar e educar os indivíduos que detêm a função comercial da Organização. Eles abordam e representam a Organização perante os clientes e por esse facto, precisam de acompanhar constantemente as tendências do mercado da indústria AECO, para partilhar a visão do futuro da empresa. É evidente que:

- Conheçam e entendam os serviços que a Organização oferece;
- Façam parte das conversações de definição da estratégia BIM ao mais alto nível hierárquico de gestão da Organização;
- Reconheçam o impacto do BIM na indústria para além do 3D;
- Encontrem oportunidades para expandir os serviços oferecidos pela empresa;

- Contribuam para atualizar a visão e o futuro da implementação BIM da Organização, perspetivando o seu crescimento.

O envolvimento dos referidos indivíduos na implementação BIM, permite oferecer orientação especializada aos clientes baseada nos seus requisitos específicos. O resultado é uma Organização que não é apenas um fornecedor genérico BIM, mas antes uma empresa especialista em consultadoria BIM.

Tudo indica que a implementação BIM na Indústria AECO continuará a evoluir, o que implica que o conhecimento BIM dos clientes será cada vez maior. A solicitação de serviços, sob a forma de *request for proposals* (*RFP*) por parte deles às empresas de Engenharia, incluem especificações técnicas que derivam de conhecimentos cada vez mais avançados do BIM. Uma vez que, nem todos os clientes têm o mesmo nível de conhecimento BIM, variando por isso a complexidade dos seus *RFP*'s, as Organizações devem-lhes responder de forma personalizada e consoante a complexidade da sua solicitação. Os *RFP*'s podem ser divididos em 3 categorias conforme o seu nível de complexidade

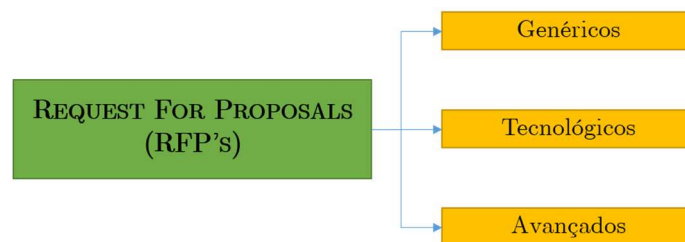


Figura 45 - Tipos de Request For Proposals (RFP's).

- **Genéricos** – o BIM não é incluído no âmbito da solicitação, exceto numa pequena subsecção;

- **Tecnológico** – o foco da solicitação é maioritariamente no software, deixando de parte questões importantes como, os processos BIM, a integração BIM no projeto, normas e o fluxo de trabalho em BIM.
- **Avançado** – a solicitação inclui especificações muito detalhadas que cobrem:
 - Processos BIM;
 - Plano Estratégico – incluindo padrões para desenvolver um Plano de Execução de Projeto em BIM;
 - Requisitos de software para cada disciplina;
 - Fluxo de processos e metodologias – incluindo mapa de agendamento de reuniões para coordenação, extração de quantidades dos modelos BIM, etc;
 - Procedimentos para gerir e arquivar conteúdos e modelos BIM.

A Organização deve avaliar em que categoria o *RFP* se insere, elaborando sempre uma resposta personalizada e adaptada aos requisitos do cliente. Quando este não souber especificar determinado requisito segundo a perspetiva do BIM, abre-se uma oportunidade para que a Organização lhe possa fornecer orientação e assim agir como uma empresa especialista em consultadoria BIM.

A preparação de uma abordagem ao cliente personalizada deve começar por estudar o âmbito de aplicação do BIM. Nesta fase, a Organização deve entender quais as necessidades do cliente e quais as suas expetativas relativamente ao BIM. A motivação do cliente para a utilização do BIM deve ser apreciada, pelo que se existir oportunidade, devem ser-lhe colocadas questões e fornecer-lhe sugestões. O cliente deve ainda ser informado acerca de potenciais obstáculos ou de procedimentos extra, que não tenham sido por ele considerados. Por último, deverá ser elaborada a resposta ao *RFP* e dar-lhes a conhecer o Portfolio BIM da Organização, bem como as suas capacidades. Ao longo do tempo a Organização será capaz

de estabelecer padrões de *marketing* para responder às solicitações dos clientes, que contemplam diferentes abordagens à comercialização de serviços BIM.

4.3.5. FATORES-CHAVE PARA O SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO ORGANIZACIONAL

O sucesso da implementação BIM depende de diversos fatores que devem ser geridos e harmonizados da melhor forma possível. Não existe uma abordagem única que seja solução para adotar a metodologia BIM em qualquer empresa. Cada Organização é distinta, pelo que têm forças, fraquezas e prioridades específicas. É pois, importante relembrar que a implementação BIM planeada estrategicamente exige um esforço significativo, daí que os procedimentos expostos no Guia BIMMS precisam indubitavelmente de ser adaptados para ir ao encontro das necessidades, objetivos e missão de uma Organização particular.

A implementação BIM deve ser encarada como um investimento. E como investimento que é há que ter consciência de que o seu desenvolvimento pode levar anos. Ora porque surgem problemas que atrasam o plano e por consequência não é cumprido o *roadmap* estipulado, ora porque é difícil prever a quantidade de projetos ou serviços que virão a ser executados. Daí que, a Organização deve constantemente procurar novas oportunidades para implementar o BIM em Projeto levando-a a avançar no planeamento.

Um dos pontos-chave essencial para o sucesso é saber gerir a resistência comportamental e envolver toda a Organização no processo. É possível consegui-lo se forem estabelecidas tarefas e objetivos realistas e atingíveis a curto prazo, permitindo que se observe os benefícios que resultam do processo de mudança para o BIM. Para além disso, é uma forma de sustentar toda a iniciativa de implementação e apoiar a determinação de objetivos futuros mais desafiantes.

Comunicar adequadamente a forma como o BIM se irá integrar na Organização é porventura uma das tarefas mais complicadas. É essencial que os colaboradores entendam os benefícios que a implementação BIM significa para a Organização e quais as razões de tal opção. Assim, devem ser constantemente discutidas as suas preocupações, esclarecidas as suas questões e dissipadas as suas dúvidas para que estes possam contribuir positivamente para o sucesso da implementação.

É crucial que a Organização planeie estrategicamente a implementação BIM internamente previamente à utilização do BIM num projeto. Quer isto dizer que o BIM deve estar implementado em primeira mão no âmbito organizacional. De outra forma, a qualidade do projeto executado em BIM pode estar comprometida e os benefícios desta nova metodologia não serem aproveitados. É pois, essencial que, a Organização compreenda em primeiro lugar quais os seus objetivos BIM e quais as suas necessidades.

A implementação BIM na Organização é um processo contínuo. À medida que os seus objetivos BIM são cumpridos, o plano de implementação deve ser reavaliado e atualizado. Como já referido a implementação BIM tem a mesma duração que o restante tempo de vida da Organização, daí que a implementação BIM deve evoluir juntamente com ela.

4.4. IMPLEMENTAÇÃO BIM EM PROJETO

O maior proveito do BIM é conseguido quando é possível implementar esta metodologia em todo o ciclo de vida de um determinado empreendimento, desde as fases mais preliminares de conceção até à fase de exploração. Quando se refere implementar o BIM em projeto, significa implementar o BIM no projeto global de um empreendimento e não simplesmente num projeto de especialidade (estruturas, MEP, etc.), compreendendo assim todo o seu ciclo de vida. Do ponto de vista da metodologia BIM implementar o BIM num projeto de

especialidade significa apenas implementar um Uso BIM, como demonstrado no capítulo anterior. Porém, existem ainda muitas barreiras, sobretudo legais, para que se possa implementar o conceito da metodologia BIM perfeitamente. As Organizações devem estar conscientes dessas barreiras para que, apesar da sua existência seja possível tirar partido dos benefícios da metodologia BIM implementada num projeto de um empreendimento.

Num empreendimento, diversas Organizações desempenham a sua atividade específica para conceber o produto final. Elas desempenham um papel vital para implementar o BIM apropriadamente num Projeto, formando uma Organização temporária. Por este facto, é essencial que colaborem de forma coordenada para atingir os objetivos da implementação BIM num Projeto. Isto só se torna possível se for estabelecido um ambiente colaborativo organizado e se o processo de execução do projeto em BIM for devidamente planeado. Essa responsabilidade cabe a todas as entidades envolvidas no empreendimento e às que entretanto são associadas a ele em fases posteriores. Essas entidades devem reunir-se em equipa (denominada doravante como Equipa de Projeto BIM) e discutir/planear em que trâmites o empreendimento será executado recorrendo à metodologia BIM. Significa que, em conjunto devem planear a implementação BIM num Projeto e devem fazê-lo logo nas suas fases mais preliminares.

O recurso à metodologia BIM para a execução de um Projeto leva à centralização de toda a informação desenvolvida num meio partilhado. Esta é uma das grandes vantagens de utilizar o BIM, porque permite, entre outras possibilidades, a qualquer entidade envolvida no Projeto aceder a essa informação em qualquer fase. Assim, é importante que cada uma delas detenha métodos e procedimentos típicos internos que definem como tencionam utilizar o BIM no seu âmbito organizacional, para suportar a implementação BIM no âmbito do Projeto.

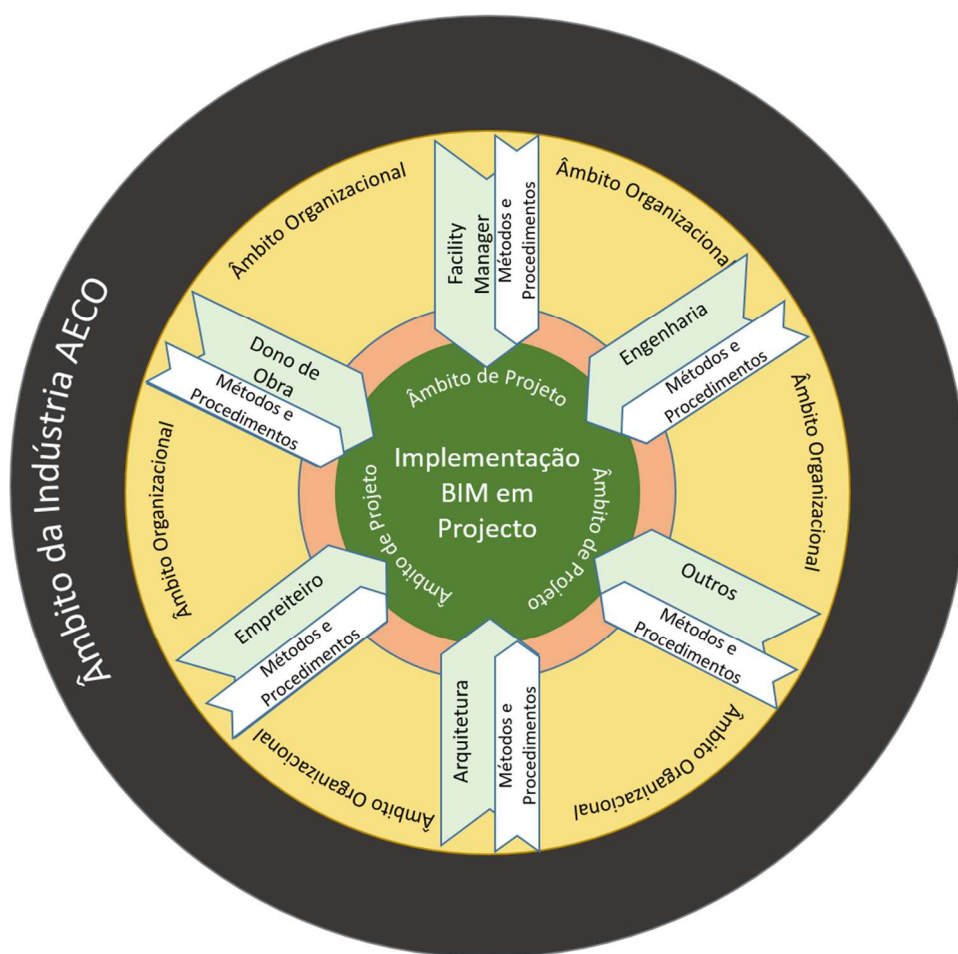


Figura 46 - Diagrama representativo da forma como as Organizações suportam a implementação BIM em Projeto.

O planeamento da implementação BIM num Projeto deve ser registado num documento que contém um Plano de Execução de Projeto em BIM⁵, internacionalmente conhecido por *BIM Project Execution Plan (PxP)* ou *BIM Execution Plan (BEP)* ou ainda *BIM Management Plan (BMP)*, variando de país para país. É um documento formal que tem como objetivo definir como o Projeto será executado, controlado e coordenado recorrendo à metodologia BIM. Nele devem constar os seguintes itens:

- Cliente, dono de obra ou proprietário do empreendimento;

⁵ Nos anexos é disponibilizado um impresso de auxílio à compilação de um Plano de Execução do Projeto em BIM.

- Nome do Projeto;
- Localização e morada do Projeto;
- Modelo de contratação (tradicional, chave na mão, conceção-construção, administração direta);
- Descrição breve do Projeto;
- Contatos relevantes;
- Faseamento do projeto, incluindo marcos temporais;
- Objetivos e Usos do BIM no Projeto;
- Funções e responsabilidades de cada entidade envolvida no projeto;
- Processo de execução do Projeto em BIM;
- Protocolos de troca de modelos BIM entre os intervenientes no Projeto;
- Procedimentos de colaboração e métodos para manusear os modelos BIM partilhados;
- Entregas de Projeto;
- Sistema de controlo da qualidade dos modelos;
- Infraestrutura tecnológica (software e hardware).

Toda e qualquer Organização deve seguir o Plano de Execução de Projeto em BIM, quer aquelas que fazem parte do Projeto logo de início, quer as que se juntam em fases posteriores. Para garantir que tal acontece, devem constar nos contratos cláusulas que defendam a validade do Plano de Execução. Desta forma o BIM é legalmente introduzido no processo de execução do Projeto.

O Plano de Execução de Projeto em BIM deve ser formulado tendo em conta o modelo de contratação estipulado, uma vez que este condiciona as Organizações que estão presentes em determinada fase. Sendo o Plano de Execução desenvolvido pelo conjunto das

Organizações intervenientes no projeto, conclui-se que ele é diretamente influenciado pelo modelo de contratação.

Modalidades de contratação	Promocão	Projeto			Preparação da construção	Execução
	Programa Preliminar	Programa base	Est. Prévio e anteprojeto	Projeto Execução		
chave na mão	D.O.				Empreiteiro	
concepção	D.O. + Projectistas				Empreiteiro	
construção max						
concepção	D.O. + Projectistas				Empreiteiro	
construção min						
tradicional		D.O. + Projectistas			Empreiteiro	
administração direta			D.O. + Projectistas			Empreiteiro

Figura 47 - Fase do empreendimento em que os intervenientes estão envolvidos, conforme o modelo de contratação.

A formulação do Plano de Execução é alvo de diferentes abordagens nos vários Guias de implementação da literatura de referência. Alguns defendem que apenas deve existir um Plano de Execução para o Projeto inteiro, independentemente da modalidade de contratação. Outros defendem que deve existir dois Planos de Execução distintos, um para a fase de projeto (Arquitetura e especialidades) e outro para a fase de construção, se a modalidade de contratação for o tradicional e apenas um se a modalidade de contratação for chave na mão, abordando as fases de projeto e de construção. O Guia BIMMS propõe a primeira abordagem, ou seja, desenvolver apenas um Plano de Execução que abrange a fase de projeto e a fase de construção, sob a perspetiva que este deve ser considerado um documento vivo, continuamente desenvolvido e refinado à medida que o Projeto avança e novas Organizações se associam ao processo, assegurando desta forma que o projeto se mantém no planeado e são atingidos os requisitos acordados. Esta abordagem, para além disso evita que exista uma provável quebra na informação que o Plano de Execução contém, quando se opta por dividi-lo em dois, como sugere a segunda abordagem.

Um Plano de Execução de Projeto em BIM bem delineado traz mais-valias para qualquer Organização interveniente. A partir dele as Organizações conseguem:

- Entender claramente os objetivos estratégicos de implementar o BIM no Projeto;
- Entender qual ou quais os papéis que desempenham no Projeto e a responsabilidade que detêm em criar, manter e partilhar os modelos BIM em diferentes fases do Projeto;
- Conceber ou adaptar os seus métodos e procedimentos típicos (no seu âmbito organizacional) que suportam a implementação BIM em Projeto.
- Prever recursos e serviços adicionais eventualmente necessários;
- Estabelecer um planeamento base para posteriormente medir o progresso do Projeto.

4.4.1. PROCEDIMENTO DE IMPLEMENTAÇÃO BIM NUM PROJETO

O procedimento de implementação BIM num projeto, sugerido por este Guia segue uma sequência estruturada em 4 etapas.

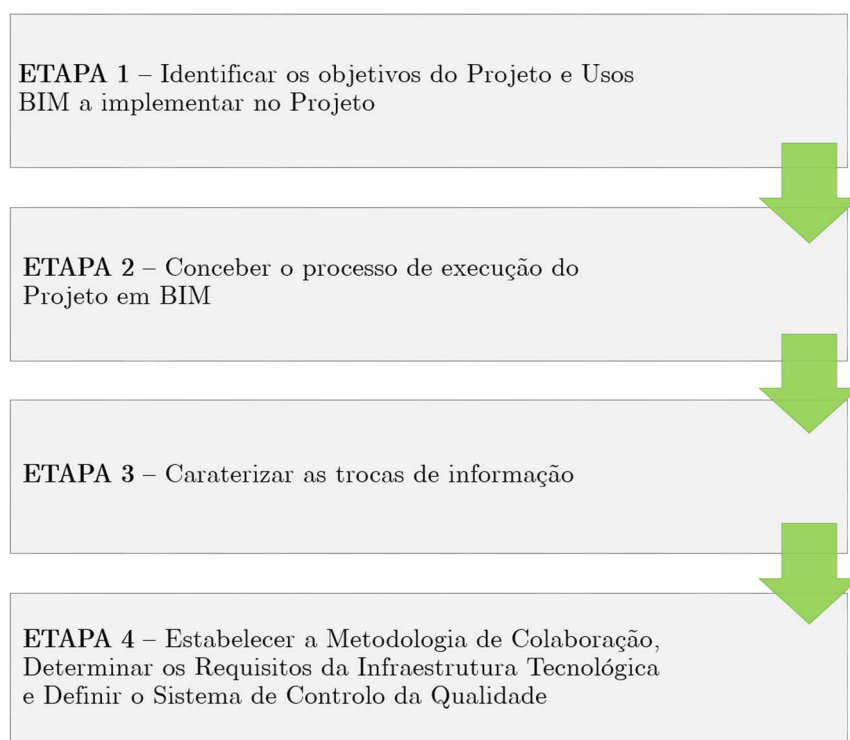


Figura 48 - Procedimento de implementação BIM em Projeto.

- **ETAPA 1:** Identificar os objetivos e Usos BIM a implementar no Projeto, para cada fase do seu ciclo de vida;

Um dos pontos mais críticos do procedimento é definir claramente os objetivos globais de implementar o BIM num Projeto. Eles podem ser baseados no desempenho do Projeto e incluem itens como reduzir a duração do Projeto, melhorar a produtividade em obra, aumentar a qualidade, reduzir custos ou reunir dados para posterior uso na fase de exploração e manutenção. Os objetivos também podem ser estabelecidos com o propósito de levar as Organizações a evoluir as suas capacidades de utilização do BIM, por exemplo, poderá ser objetivo do dono de obra utilizar o Projeto como Projeto-piloto para testar a implementação de novos Usos BIM ou um gabinete de Engenharia procurar adquirir experiência na utilização eficiente de *softwares* BIM. Após a definição mensurável de objetivos, da perspetiva do Projeto

e da perspectiva de cada Organização envolvida, deve ser selecionada a lista de Usos BIM que permitirão prosseguir esses objetivos.

- **ETAPA 2:** Conceber o processo de execução do Projeto com a incorporação da metodologia BIM (abreviadamente processo de execução BIM), através da criação de mapas de processos, e prevendo as trocas de informação que se geram;

O processo de execução BIM pode ser representado por um mapa global de processos (de nível 1) que demonstra a sequência e a interação dos Usos BIM. Permite aos intervenientes no Projeto identificar a interação dos seus processos de trabalho com os dos restantes intervenientes. Posteriormente são desenvolvidos os mapas de processos nível 2 que detalham os processos associados a cada Uso BIM constante do mapa global. Um mapa detalhado demonstra as tarefas que serão desempenhadas no âmbito organizacional de cada entidade.

- **ETAPA 3:** Caracterizar as trocas de informação, especificando o nível de detalhe dos modelos e conteúdos BIM partilhados assim como a parte responsável por cada troca de informação;

Uma troca de informação é uma transação que ocorre de modelos BIM ou outro tipo de dados entre uma parte responsável por desenvolver e partilhar essa informação, e uma parte responsável por receber e continuar o desenvolvimento dessa informação. É importante que cada parte entenda claramente o conteúdo da informação que terá de criar/partilhar ou receber/desenvolver.

- **ETAPA 4:** Determinar os requisitos de infraestrutura tecnológica, bem como determinar os procedimentos de comunicação e o sistema de controlo da qualidade dos modelos.

Para dar cumprimento aos Usos BIM é necessário determinar quais os recursos tecnológicos são necessários alocar a cada um deles. Para além disso, por forma a mitigar falhas de comunicação deve-se estabelecer procedimentos de comunicação seguidos e aceites por todas as entidades. Igualmente importante é estipular um sistema de controlo da qualidade dos modelos que permita determinar se cada modelo produzido no decurso do Projeto está em conformidade ou não com os padrões de qualidade e com os requisitos impostos no planeamento da execução do Projeto em BIM.

4.4.1.1. Funções e Responsabilidades

A execução de um Projeto recorrendo à metodologia BIM implica a criação de novos cargos que são ocupados por indivíduos que desempenham novas funções e adquirem novas responsabilidades direcionadas para o BIM. É importante que todas as Organizações intervenientes no Projeto tenham conhecimento dos indivíduos que ocuparão esses cargos e que entendam quais as suas funções e responsabilidades no processo de execução do Projeto. A documentação contratual deverá precaver os referidos cargos por forma a garantir a sua legitimidade e autoridade perante todas as entidades e indivíduos do Projeto.

Função BIM	Responsabilidade e Autoridade
BIM <i>Manager</i>	Facilitar o desenvolvimento, implementação e gestão da metodologia BIM na execução do Projeto. Assegurar que são cumpridos os requisitos do cliente mediante a utilização do BIM. Assegurar que são atingidos os objetivos da implementação BIM e garantir que são implementados os Usos BIM estipulados. Responsável pelos conteúdos BIM a entregar ao cliente, prazos de entrega e por monitorizar o progresso do Projeto em BIM, assim como controlar a qualidade dos modelos e coordenar as diversas entidades na implementação BIM. Responsável por gerir recursos humanos alocados ao Projeto e especificar os recursos tecnológicos necessários.
<i>Discipline Coordinator</i> ou BIM <i>Coordinator</i>	Responsável por gerir a modelação de uma disciplina específica (estruturas, MEP, Arquitetura, etc.) e assegurar que os <i>Discipline Modellers</i> produzem modelos BIM, desenhos, documentos, mapas de quantidades e de faseamento construtivo compatíveis com o pretendido para o Projeto. Definir os Usos BIM específicos a

	determinada disciplina. Coordenar <i>designers</i> , modeladores e indivíduos cuja sua função é controlar custos. Colaborar com <i>BIM Coordinators</i> de outras disciplinas. Desempenhar verificações de qualidade dos modelos BIM previamente à sua partilha com outras entidades. Acompanhar revisões, alterações ou correções do Projeto.
<i>Discipline Modeller</i> ou <i>BIM Modeller</i>	Profissional responsável por criar, manter ou desenvolver modelos BIM, desenhos, documentos, mapas de quantidades e de faseamento construtivo até ao nível de desenvolvimento prescrito no Plano de Execução do Projeto em BIM. Tem ainda como função listar e acompanhar alterações feitas aos modelos BIM ou a outros conteúdos relevantes.

Quadro 3 - Funções e responsabilidades BIM em Projeto.

O papel de *BIM Manager* e de *BIM Coordinator* pode ser ocupado por indivíduos que façam parte das Organizações intervenientes em Projeto, nomeadamente gestores de Projeto, Arquitetos, Engenheiros e outros, desde que detenham experiência na metodologia BIM adequada ao tamanho e complexidade do Projeto. Devem também possuir conhecimentos relevantes acerca dos *softwares* propostos no planeamento do Projeto em BIM.

O *BIM Manager* deve servir de ponto principal de contato entre o cliente/equipa de Projeto ou entre cliente/Empreiteiro, no que toca a assuntos BIM. É da sua responsabilidade assegurar que todos os intervenientes em projeto trabalham de forma colaborativa na resolução de eventuais conflitos da forma mais eficiente possível. Tomar decisões acerca das soluções de Engenharia e de construção preconizadas para o Projeto ou acerca dos processos organizacionais internos de cada entidade, não fazem parte das suas funções.

4.4.2. ETAPA 1: IDENTIFICAR OBJETIVOS DO PROJETO E USOS DO BIM

O primeiro passo do procedimento de implementação BIM consiste na identificação, de forma mensurável, dos objetivos do Projeto. Esses objetivos devem ser estabelecidos com o intuito de melhorar determinados aspetos do Projeto, nomeadamente o seu desempenho global e a sua qualidade, ou com o intuito de melhorar a eficiência de tarefas específicas permitindo poupanças monetárias e de tempo aos intervenientes em Projeto. Alguns exemplos de objetivos podem ser, reduzir a duração do projeto, reduzir os custos do projeto, aumentar a qualidade global do Projeto, aumentar a produtividade em obra, monitorizar de forma rigorosa o processo construtivo, reunir informação precisa durante o Projeto para posterior uso da equipa de *FM*. Durante o processo de identificação dos objetivos do Projeto deve-se atender ao facto de que, existe um maior interesse em cumprir determinados objetivos, o que os torna prioritários. Outra importante consideração relaciona-se com a evidência de que certos objetivos estabelecidos têm como consequência direta a implementação de Usos BIM, enquanto que para outros esta consequência não existe. Após acordados os objetivos do Projeto, estes devem ser registados numa tabela que contém o seu nível de prioridade, a sua descrição e os potenciais Usos BIM implicados. Essa tabela deverá

constar no Plano de Execução do Projeto em BIM. A figura que se segue é um exemplo da referida tabela.

Prioridade (Alta, Média ou Baixa)	Descrição dos Objectivos do Projecto	Potenciais Usos BIM
Média	Aumentar a produtividade no projeto	Modelação, Revisão de Projeto
Alta	Analisar as variações de custos associadas às alterações de Projeto	Orçamentação (Mapa de Quantidades),
Alta	Melhorar a coordenação do Projeto	Coordenação 3D
Baixa	Determinar o local de implantação e a orientação mais eficiente do empreendimento.	Estudos de Viabilidade, Modelação
Alta	Deteção de incompatibilidades entre projetos de especialidades.	Coordenação 3D

Quadro 4 – Exemplos de Objectivos BIM para o Projeto.

Os objetivos do Projeto devem ser estipulados sob consulta do cliente, direccionados para os seus requisitos e de forma a incentivar a implementação BIM no Projeto.

Concluído o processo de identificação dos objetivos do Projeto, segue-se a identificação dos Usos BIM que permitem a sua prossecução. O sucesso da implementação BIM no global está diretamente relacionada com a correta identificação e implementação de cada Uso BIM. Um

aspecto considerado crítico para esta ação, está relacionado com a capacidade que as Organizações e a Equipa de Projeto BIM responsável pelo planeamento da implementação BIM têm, para perspetivar a utilização futura da informação desenvolvida no decurso do Projeto. Este aspecto tem impacto, por exemplo, nos métodos utilizados para desenvolver os modelos BIM, ou nos procedimentos de controlo da qualidade dos modelos.

A identificação dos potenciais Usos BIM deve seguir um método que destaque a importância do ciclo de vida da informação. Para tal, a Equipa de Projeto BIM deve selecionar e dispor os Usos BIM atendendo às fases do empreendimento. Para registar os Usos BIM para cada fase, a equipa pode elaborar uma tabela semelhante à exemplificada na figura seguinte.

Programa Preliminar	Projecto	Construção	Operação e Manutenção
Modelação das Condições Existentes			
Orçamentação e Extracção de Quantidades			
Planeamento do Faseamento Construtivo			
	Modelação		
	Análise Estrutural		
		Coordenação 3D	
			Gestão de activos

Figura 49 - Distribuição dos Usos BIM nas fases do empreendimento.

Depois desta primeira abordagem, para cada Uso BIM deverá ser analisado o valor que representam para o Projeto, identificada e analisada a parte responsável pelo Uso BIM (quanto à sua capacidade em termos de recursos, de competências e experiência) e determinados os recursos ou competências adicionais para implementar o Uso BIM. Seguidamente a esta análise deverá ser tomada a decisão de prosseguir ou não com a implementação do Uso BIM. A figura seguinte exemplifica uma ferramenta que pode ser utilizada para ajudar no procedimento de seleção e análise dos Usos BIM. Consiste numa

tabela na qual é possível registar cada Uso BIM bem como os resultados obtidos da análise para cada parâmetro descrito⁶.

Usos BIM	Mais-valia para o Projecto	Parte Responsável					Recursos Adicionais	Notas	Proceder com a implementação
		Designação	Mais-valia para a Parte Responsável	Classificação das capacidades					
				Escala de 1 - 3 (1 = baixa)					
	Alta/Média/Baixa		Alta/Média/Baixa	Recursos	Competência	Experiência			
Gestão Documental (Record Modelling)	Alta	Empreiteiro	Média	2	2	2			SIM
		Facility Manager	Alta						
Estimativa de Custos	Média	Empreiteiro	Alta	2	1	1			NÃO
		Eng. Estruturas	Média	2	2	3			
Modelação 4D	Alta	Empreiteiro	Alta	3	2	2	Necessária formação nos softwares mais recentes. Necessárias infraestruturas	Mais-valia para o empreiteiro devido a complicações no faseamento.	SIM
Coordenação 3D	Alta	Empreiteiro	Média	2	2	2	Necessário converter ficheiros para a fabricação digital		TALVEZ
		SubEmpreiteiro	Média	1	3	3			
Revisão de projecto	Média	Arquitecto	Baixa	1	2	1		Revisão do modelo inicial, sem necessidade de detalhamento.	NÃO

Quadro 5 – Exemplo (parcial) da Tabela de Registo e Análise de Usos BIM para o Projeto (ver anexos).

- (1) **Identificar os potenciais Usos BIM** – constitui o primeiro passo para o procedimento de seleção e análise dos Usos BIM. Para além da sua identificação, deve ser analisada a mais-valia que cada Uso BIM representa para o Projeto, ou seja a importância da sua implementação. A Equipa de Projeto BIM deve ter presente os objetivos do Projeto anteriormente estabelecidos, assim como a sua prioridade. Em anexo consta uma lista de Usos BIM que pode ser utilizada como referência, salvaguardando a possibilidade de existir mais Usos BIM para além dos constantes na referida lista.
- (2) **Identificar a parte responsável por implementar cada Uso BIM** – para cada Uso BIM enumerado deve ser identificada pelo menos uma parte responsável pela sua

⁶ Nos anexos é disponibilizada uma Tabela de Registo e Análise dos Usos BIM para o Projeto.

implementação em Projeto. A parte responsável pode ser qualquer membro que faz parte da Equipe de Projeto BIM e que irá assumir a responsabilidade de implementar o Uso BIM, caso se decida implementá-lo. São também consideradas partes responsáveis entidades externas à Equipe de Projeto BIM e que participam e são necessárias para assistir na implementação do Uso BIM. Na listagem deve constar em primeiro lugar as entidades que assumem o papel de liderar a implementação do Uso BIM. Posteriormente, para cada parte responsável deve ser analisada a mais-valia, ou seja a importância, que o Uso BIM representa para ela.

- (3) **Classificar as capacidades de cada parte responsável** – é crucial que se estabeleça mutuamente um critério para avaliar as capacidades de cada parte responsável em relação ao desenvolvimento do respetivo Uso BIM, uma vez que este procedimento de classificação é delicado e pode originar conflitos dentro da Equipe de Projeto BIM. A classificação incide em 3 categorias – recursos, competência e experiência.

Recursos – determinar se a Organização responsável por implementar o Uso BIM dispõe dos recursos necessários, nomeadamente:

- Recursos Humanos com competências em BIM;
- Software;
- Formação em Software;
- Hardware;
- Infraestruturas de tecnologias de informação (redes, internet, servidor, plataformas online, etc.).

Competência – determinar se a Organização detém *know-how* suficiente para implementar o Uso BIM específico. Para avaliar esta categoria é essencial que a Equipe de Projeto BIM compreenda os detalhes associados ao Uso BIM e a forma como este será levado a cabo no projeto.

Experiência – avaliar se a Organização alguma vez implementou o Uso BIM ou qual a sua experiência na implementação do Uso BIM específico. A experiência da Organização é considerado um ponto essencial no sucesso da implementação do Uso BIM.

(4) **Identificar recursos e riscos adicionais** – devem ser listados quais os recursos necessários que as partes responsáveis pela implementação do Uso BIM atualmente não detêm. Uma última análise deve ser levada a cabo com o propósito de incluir e registar nas notas, possíveis riscos adicionais ao implementar o Uso BIM no Projeto, e para decidir se a implementação irá prosseguir ou não.

(5) **Decidir acerca da implementação do Uso BIM específico** – a equipa deve discutir detalhadamente se irá prosseguir com a implementação ou não do Uso BIM, avaliando se o Uso BIM é apropriado às características do Projeto em questão (e das entidades que nele intervêm) e se está de acordo com os seus objetivos. É necessário que a equipa compare a potencial mais-valia do Uso BIM para o projeto e o custo associado à sua implementação, considerando também os seus elementos de risco.

4.4.3. ETAPA 2: CONCEBER O PROCESSO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EM BIM

A próxima etapa para Equipa de Projeto é planejar como o Projeto será executado tendo em conta a implementação de cada Uso BIM isolado e como estes se encadeiam para formar o processo global de execução do Projeto em BIM, abreviadamente processo BIM. Para tal a equipa, deve elaborar mapas de processos que permitem compreender o processo BIM, identificar o tipo de informação que será partilhada entre as múltiplas partes e definir claramente as tarefas que são necessárias executar para implementar efetivamente cada Uso BIM anteriormente selecionado. O procedimento de elaboração dos mapas de processos proposto segue o já anteriormente demonstrado no capítulo da Implementação BIM na Organização. Em primeiro lugar é elaborado um Mapa de Processos BIM Global para o Projeto, ou seja, um mapa de nível 1. Em seguida, é elaborado um Mapa de Processos BIM Detalhado para cada Uso BIM, ou seja um mapa de nível 2, lembrando que um Uso BIM pode ser visto como um processo.

4.4.3.1. Mapa de Processos BIM Global

Elaborar o Mapa de Processos BIM Global para o Projeto compreende 3 passos descritos em seguida:

1. Dispor cronologicamente no mapa global os Usos BIM previamente identificados.

Após a identificação dos Usos BIM por intermédio do procedimento de seleção e análise constante do capítulo anterior, os Usos BIM são adicionados um a um ao mapa global. Devem ser dispostos como se de um processo se tratassem e de forma a seguir o faseamento e a sequência do Projeto, implicando por isso que determinado Uso BIM se repita em várias localizações do mapa se estiver previsto a sua

implementação em várias fases do ciclo de vida do empreendimento. Razão pela qual, para cada Uso BIM deve estar identificada a fase a que pertence.

2. Identificar a parte responsável por cada Uso BIM

Cada Uso BIM deve ter pelo menos uma entidade responsável pela sua execução. Esta premissa já foi mencionada no procedimento de seleção e análise de Usos BIM. Essa entidade acumula também a responsabilidade de definir claramente a informação necessária para implementar o processo assim como definir claramente a informação produzida pelo processo.

3. Determinar as trocas de informação necessárias para implementar cada Uso BIM

O Mapa de Processos BIM Global inclui a representação das trocas de informação internas a um processo particular e também as trocas de informação entre processos e entidades do Projeto. As trocas de informação na prática representam a transferência ou partilha de ficheiros de dados de uma parte responsável por partilhar esses itens e outra parte responsável por recebê-los. Podem representar também as entradas de informação numa base de dados. Todas as trocas de informação identificadas devem estar incluídas no mapa e posteriormente devem ser detalhadas as características do seu conteúdo, o seu formato entre outros parâmetros, tal como especificado no capítulo adiante.

A figura seguinte é um exemplo de um Mapa de Processos BIM Global de um Projeto de um edifício, no qual se decidiu implementar o BIM apenas nas fases de pré-construção e

para as áreas de Arquitetura e Estruturas. O modelo de contratação acordado foi o tradicional. Este exemplo fornece uma representação fiel da implementação BIM no referido Projeto. Conclui-se portanto, que é possível visualizar globalmente a forma como o projeto foi executado recorrendo à metodologia BIM.

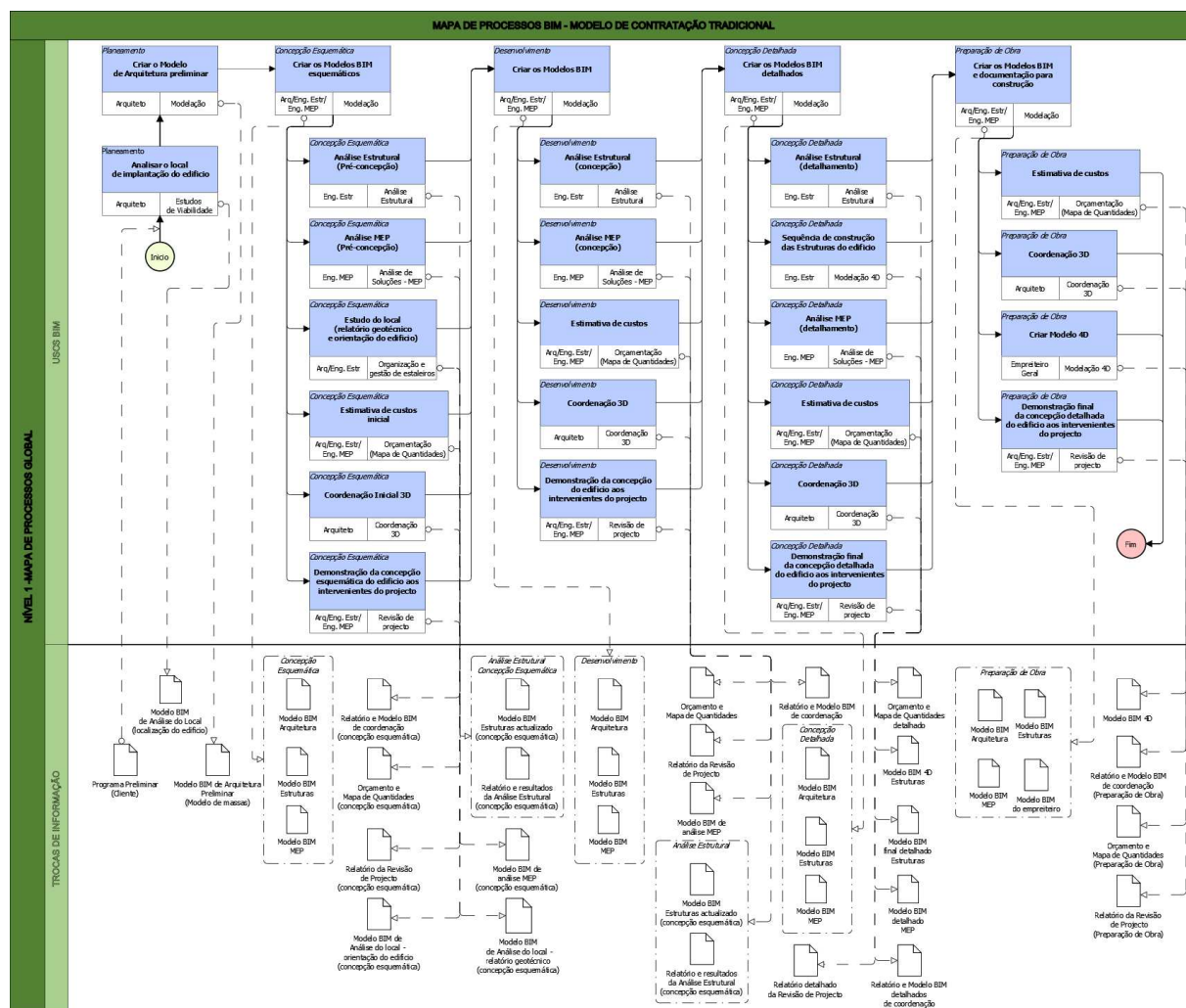


Figura 50 - Exemplo de um Mapa de Processos BIM Global de um Projeto (ver anexos) (adaptado de (Caires, 2013).

Para elaborar o mapa recorreu-se a notação *BPMN*, já mencionada em capítulos anteriores. A representação de um Uso BIM, incluindo a sua descrição, a parte responsável pela sua implementação e a fase a que pertence, seguiu o esquema demonstrado na figura seguinte.

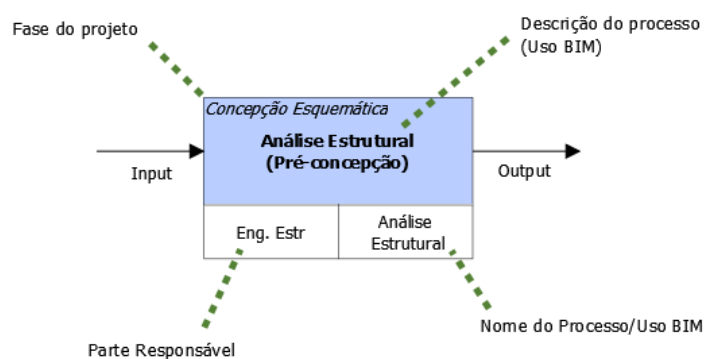


Figura 51 - Notação representativa de um Uso BIM no Mapa de Processos BIM.

4.4.3.2. Mapa de Processos BIM Detalhado

Terminada a elaboração do mapa global a Equipe de Projeto BIM deve partir para o detalhe de cada Uso BIM. Para isso deve elaborar um mapa detalhado, no qual é claramente definida a sequência das várias tarefas a realizar para implementar o Uso BIM. É importante que a equipa se consciencialize para o facto de que cada Projeto e cada organização responsável pelo Uso BIM são únicos, pelo que existem várias possíveis sequências de tarefas para implementar o Uso BIM. Desta forma, os mapas detalhados devem ser personalizados com o intuito de atingir quer os objetivos do Projeto quer os objetivos organizacionais da entidade responsável pelos Usos BIM. Quer isto dizer que, a conceção do processo detalhado da implementação de um Uso BIM funciona como uma ponte entre o âmbito organizacional e o âmbito de projeto da implementação BIM. Daí a importância de que cada Organização implemente corretamente o BIM no seu âmbito e que elabore o seu processo BIM, conforme sugerido no capítulo “Processos: Estrutura Organizacional, Processos atuais e Integração dos Processos BIM.”. Se tal acontecer, a conceção dos Mapas de Processos BIM Detalhados para o Projeto é facilitada, uma vez que resultam do estudo e adaptação ao Projeto, do processo BIM das Organizações.

Um Mapa de Processos BIM Detalhado pode conter 3 categorias de informação:

- Informação de Referência – Recursos sob a forma de informação estruturada (internos à Organização ou externos), necessários para executar o Uso BIM.
- Processos – Sequência lógica de atividades que constituem um Uso BIM particular.
- Trocas de Informação – Modelos BIM, ficheiros ou outros que são *output* de determinado processo e que são necessários como recurso a futuros processos.

O procedimento para elaborar um Mapa de Processos BIM Detalhado para um Uso BIM compreende a sequência dos seguintes passos:

1. Decompor o Uso BIM numa série de processos e definir a sua dependência.

O primeiro passo consiste em identificar os processos elementares que permitem implementar o Uso BIM. De seguida esses processos devem ser dispostos no mapa de forma sequencial determinando a sua interdependência, ou seja, identificar o(s) sucessor(es) e o(s) antecessor(es) de cada processo.

2. Desenvolver o Mapa de Processos BIM Detalhado contendo a seguinte informação:

- a. Informação de Referência: Identificar recursos de informação indispensáveis ao cumprimento do Uso BIM, como por exemplo, bases de dados de custos, dados atmosféricos, dados de produtos, restrições regulamentares, etc.
 - b. Trocas de Informação: Definir todas as trocas de informação (internas ou externas) e que serão alvo de detalhe na etapa seguinte do procedimento de implementação BIM no Projeto.
 - c. Parte responsável: Identificar a parte responsável por cada processo elementar, lembrando que para executar um Uso BIM podem ser necessárias várias entidades. Essas entidades são associadas a cada processo elementar do Uso BIM específico.
3. Adicionar *gateways* de verificação nos principais pontos de decisão do processo

O caminho do processo traçado pode ser modificado devido à ocorrência de tomadas de decisão cruciais. Um gateway simula precisamente esta ocorrência, apontando os diferentes caminhos quando é interposta uma tomada de decisão no processo, para além de que representa uma oportunidade para controlar a qualidade dos resultados de um processo ou de um conjunto de processos e permite simular também um processo iterativo.

4. Documentar, rever e refinar o processo para utilização posterior

Os Mapas de Processos BIM Detalhados devem ser devidamente documentados, uma vez que podem ser utilizados posteriormente para dois efeitos; podem servir de base para um Projeto futuro e podem servir para rever e melhorar o processo BIM das Organizações. No decurso do Projeto os mapas detalhados devem ser periodicamente consultados e atualizados para refletir o fluxo de trabalho real efetivamente implementado no Projeto e para orientar as partes interessadas na execução das suas tarefas para implementar o Uso BIM. Após o término do Projeto, poderá ser interessante comparar o mapa atual com o planeado e tecer conclusões que ajudem em implementações futuras do Uso BIM.

A figura abaixo é um exemplo de apenas um Uso BIM (Análise Estrutural) que consta no Mapa de Processos BIM Global da Figura 38. Note-se que enquanto o mapa global apresenta 2 pistas (Usos BIM e Trocas de Informação) o mapa detalhado é constituído por 3 pistas (Informação de Referência, Processos e Trocas de Informação).

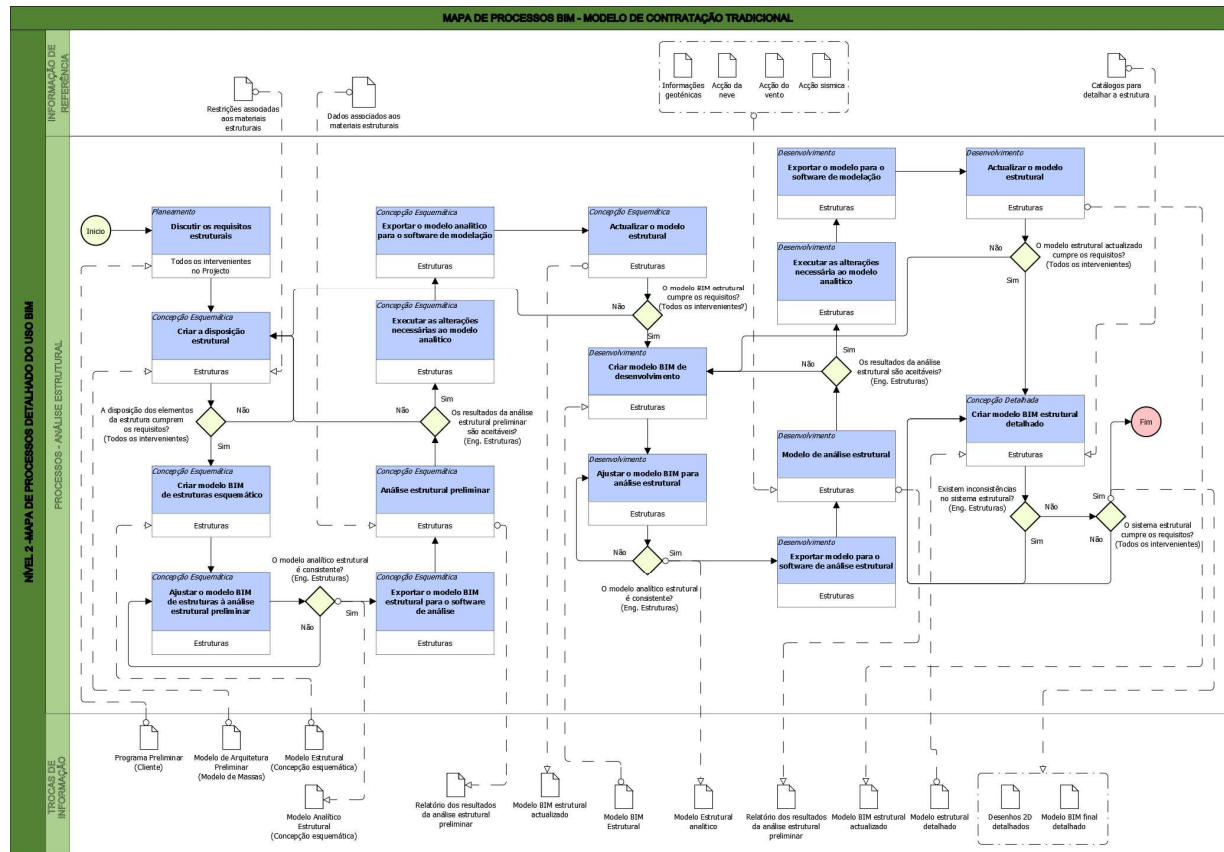


Figura 52 – Exemplo de um Mapa de Processos BIM Detalhado do Uso BIM Análise Estrutural. (ver anexos)
(adaptado de (Caires, 2013))

Recorreu-se à notação ilustrada na figura seguinte para representar um processo elementar do Uso BIM, a fase do projeto associada e a parte responsável pela sua execução. A Figura 53 representa os *gateways* de tomada de decisão.

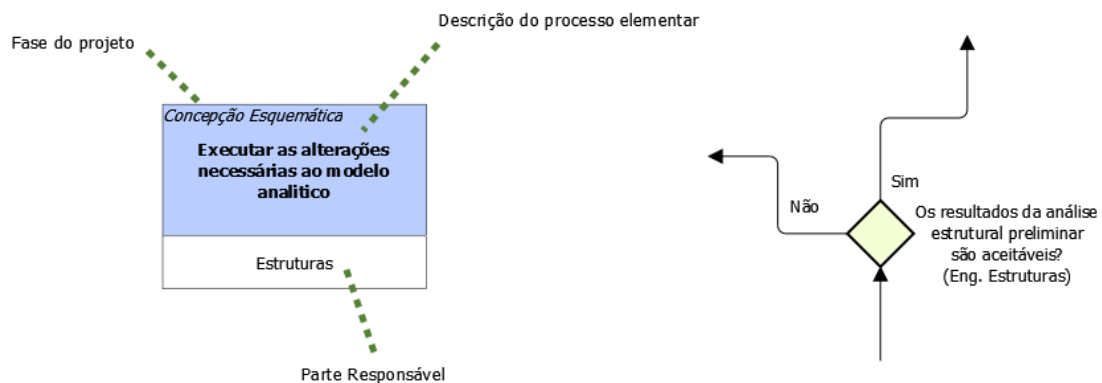


Figura 53 - Notação utilizada para representar um processo elementar de um Uso BIM. Notação utilizada para representar um gateway de decisão.

4.4.4. ETAPA 3: CARACTERIZAR AS TROCAS DE INFORMAÇÃO

O objetivo desta etapa é que a Equipa de Projeto BIM caracterize as trocas de informação, isto é especifique as suas características, nomeadamente os modelos BIM envolvidos, o nível de desenvolvimento dos seus elementos, a fase em que ocorre a troca de informação, a parte responsável por receber ou por partilhar os modelos, etc. As trocas de informação são originadas quando a execução de determinado Uso BIM termina e o seu precedente inicia existindo uma transação de informação do primeiro para este. É desta forma que a informação flui ao longo da execução do Projeto.

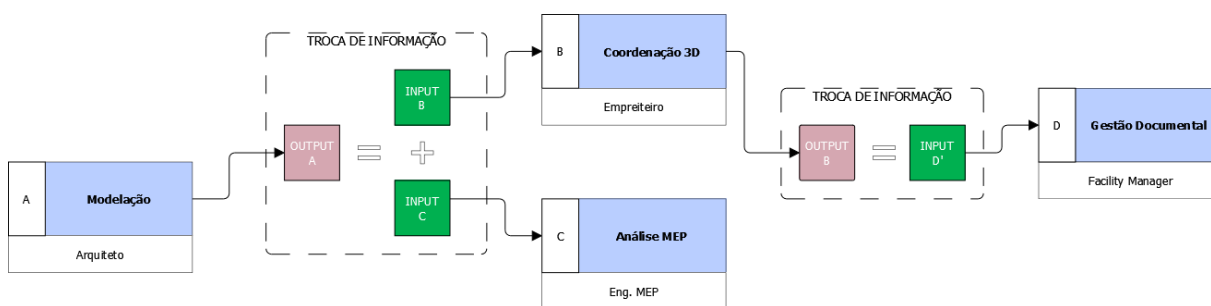


Figura 54 - Representação das trocas de informação no mapa de processo BIM Global.

A Figura 54 apresenta a forma como devem ser interpretadas as trocas de informação num mapa de processos BIM. Note-se que a informação que serve de *input* aos Usos BIM procedentes é afetada pela informação de *output* dos Usos BIM precedentes. Este aspeto evidência a necessidade da Equipa de Projeto decidir convenientemente quem fica responsável pelo desenvolvimento da informação de *output*, quando é necessário partilhar essa informação e quem fica encarregue por receber a informação como *input*. Uma outra consideração que importa referir tem a ver com o facto de que a execução dos processos elementares dentro de cada Uso BIM, origina também um conjunto de trocas de informação

(representadas no mapa detalhado). Essas trocas de informação devem ser igualmente caracterizadas no âmbito da parte responsável por implementar o Uso BIM.

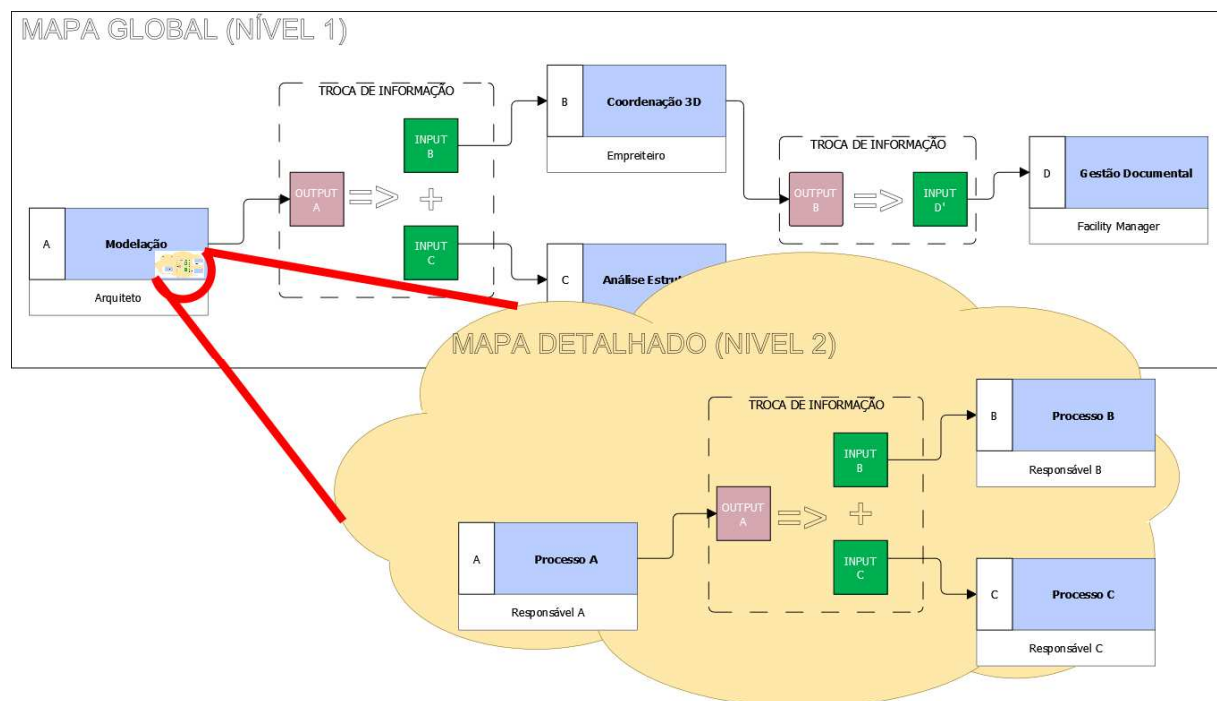


Figura 55 - Representação das trocas de informação no Mapa de Processos BIM Global e no Mapa de Processos BIM Detalhado.

Tendo presente esta representação, o trabalho da equipa é desta forma, definir cada informação de *output* e cada informação de *input* com recurso a uma tabela estruturada, que armazena as características já referidas de cada troca de informação identificadas no Mapa de Processos BIM Global.⁷

⁷ Nos anexos é disponibilizada a Tabela de Caracterização das Trocas de Informação.

CARACTERIZAÇÃO DAS TROCAS DE INFORMAÇÃO																						
Título do USO BIM					1 Modelação				Análise do Local				Análise Estrutural		Organização							
Tipo de Troca de Informação (Input/Output)					OUTPUT				INPUT				INPUT		INPUT							
Fase de ocorrência da troca (Planeamento, Conceção esquemática, Desenvolver					D. Conceptual				D. Conceptual				D. Conceptual		D. Conceptual							
Disciplina dos Modelos BIM envolvidos					Modelo Arq.		Modelo Estr.		Modelo do Local		Modelo Arq.		Modelo Estr.		Modelo Estr.		Modelo Arq.		Modelo Estr.			
Software Receptor do Modelo BIM					RVT 2014		RVT 2013		CAD		RVT 2014		RVT 2013		RVT 2013		RVT 2014		RVT 2013			
Formato do Ficheiro do Modelo BIM					IFC 3.0		IFC 3.0		IFC 3.0		IFC 3.0		IFC 3.0		IFC 3.0		IFC 3.0		IFC 3.0			
Características de concepção do Modelo BIM					Requisitos da informação				Requisitos da informação				Requisitos da informação				Requisitos da informação					
Model Element Breakdown Structure					Elemento incluído (Sim/Não)	Elemento de Arquitetura (Sim/Não)	Elemento Estrutural (Sim/Não)	Fonte	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável
12 Building Elements																						
121 Foundations																						
1211 Column Footings					Sim		Sim	Base Dados		300	Estruturas				200	Estruturas	300	Estruturas		200	Estruturas	
1211 Pile Footings					Sim		Sim	Base Dados		300	Estruturas				200	Estruturas	300	Estruturas		200	Estruturas	
1211 Wall Footings					Sim		Sim	Base Dados		300	Estruturas				200	Estruturas	300	Estruturas		200	Estruturas	
1212 Endosure Walls																						
1212 Foundation columns																						
1212 Foundation Beams					Sim		Sim	Base Dados		300	Estruturas				200	Estruturas	300	Estruturas		200	Estruturas	
1219 Special Foundations																						
122 Ground Floors																						
1221 Ground Floor Slabs					Sim	Sim	Sim	Base Dados	200	Arquitetura	300	Estruturas		100	Arquitetura	200	Estruturas	300	Estruturas		200	Estruturas
1222 Ground Floor Ducts																						
1222 Ground Floor Ducts, grates, covers, hatches, etc.																						

Quadro 6 – Exemplo (parcial) de uma Tabela de Caracterização das Trocas de Informação (ver anexos)
(adaptado de (Caires, 2013)).

Os parágrafos seguintes sugerem um procedimento para elaborar esta tabela. A caracterização das trocas de informação do mapa detalhado segue o mesmo procedimento.

- (1) Identificar cada troca de informação representada no mapa de nível 1.

Do mapa nível 1 devem ser identificadas as trocas de informação entre partes responsáveis. Um Uso BIM pode originar múltiplas trocas de informação, contudo para simplificar o procedimento considera-se que, apenas é necessário documentar uma troca de informação por cada Uso BIM. Do mapa nível 1 é possível documentar também a circunstância em que as trocas de informação ocorrem. Desta forma, todos os intervenientes têm conhecimento quando devem concluir e partilhar a informação que estão a desenvolver.

- (2) Estabelecer a estrutura hierárquica de decomposição dos elementos dos modelos (conhecida como *Model Element Breakdown Structure*) para o Projeto.

Esta estrutura consiste numa decomposição dos elementos (pilares, vigas, lajes, etc) que fazem parte de um modelo BIM, de forma hierarquicamente organizada, seguindo determinadas características como por exemplo a sua função ou a sua disposição na estrutura de um edifício. A essa estrutura hierárquica está normalmente associado um sistema de classificação desenvolvido por instituições internacionais como a *(CSI) The Construction Specifications Institute*, a *(ISO) International Organization for Standardization*, entre outras. Esses sistemas são por exemplo o *Omniclass*, *CSI Unifomat II* ou o *MasterFormat*. Sugere-se a pesquisa acerca deste assunto por forma a estabelecer a *Model Element Breakdown Structure* juntamente com a classificação que se considere mais indicada ao projeto.

Table 21	Elements
OmniClass Number	OmniClass Title
21-01 00 00	Substructure
21-01 10	Foundations
21-01 10 10	Standard Foundations
21-01 10 10 10	Wall Foundations
21-01 10 10 30	Column Foundations
21-01 10 10 90	Standard Foundation Supplementary Components
21-01 10 20	Special Foundations
21-01 10 20 10	Driven Piles
21-01 10 20 15	Bored Piles
21-01 10 20 20	Caissons
21-01 10 20 30	Special Foundation Walls
21-01 10 20 40	Foundation Anchors
21-01 10 20 50	Underpinning
21-01 10 20 60	Raft Foundations
21-01 10 20 70	Pile Caps
21-01 10 20 80	Grade Beams
21-01 20	Subgrade Enclosures
21-01 20 10	Walls for Subgrade Enclosures
21-01 20 10 10	Subgrade Enclosure Wall Construction
21-01 20 10 20	Subgrade Enclosure Wall Interior Skin
21-01 20 10 90	Subgrade Enclosure Wall Supplementary Components
21-01 40	Slabs-On-Grade

Figura 56 - Tabela 21 (parcial) do sistema de classificação Omniclass.

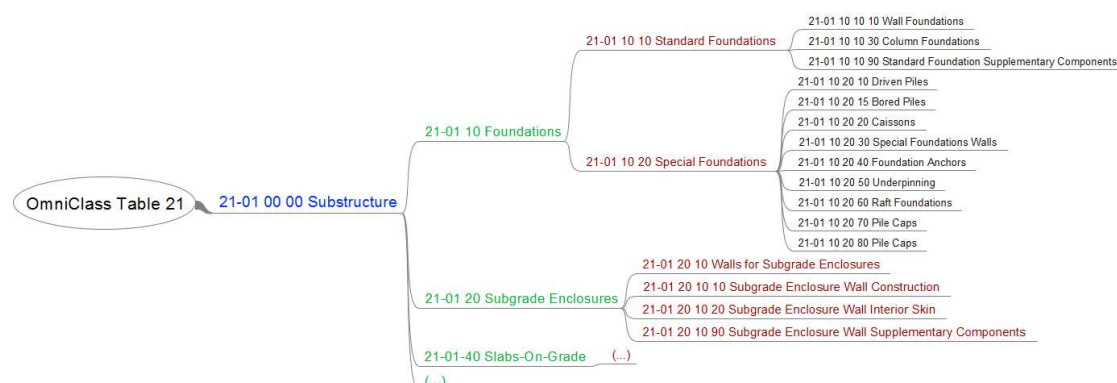


Figura 57 - Representação (parcial) da tabela 21 do sistema de classificação Omniclass.

(3) Identificar os requisitos da informação de *Output* e *Input* de cada troca

Para cada troca de informação, a equipa deve identificar e documentar as suas características que são as seguintes:

- a. Software Recetor do Modelo – documentar o software específico que será utilizado para manipular e desenvolver o modelo BIM, incluindo a sua versão.
- b. Formato do Ficheiro do Modelo – Documentar o formato digital do ficheiro que armazena o modelo BIM (por exemplo *IFC*) e a sua versão.
- c. Nível de Desenvolvimento – documentar para cada elemento discriminado na *Model Element Breakdown Structure* o nível de desenvolvimento que ele ao ser modelado deve atingir. O nível de desenvolvimento representa a quantidade de informação associada a um determinado elemento, para além da sua geometria. Existe uma especificação técnica denominada (*LOD*) *Level of Development Specification* desenvolvida com o objetivo de estabelecer uma classificação universalmente aceite e que associa o nível de desenvolvimento a um sistema numérico. A figura seguinte esquematiza o conceito.



Figura 58 - Representação do conceito Level of Development (LOD).

O sistema é constituído pelos seguintes níveis:

LOD 100 – O modelo do elemento pode ser graficamente representado no modelo BIM por intermédio de um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requisitos do **LOD 200**. Informação relacionada com o modelo do elemento (como por exemplo custo por metro quadrado, etc.) pode derivar de outros modelos de elementos.

LOD 200 – O modelo do elemento é graficamente representado no modelo BIM como um sistema genérico, objeto ou assemblagem com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximadas. Informação não gráfica pode ser anexada ao modelo do elemento.

LOD 300 – o modelo do elemento é graficamente representado no modelo BIM como um sistema específico, objeto, ou assemblagem em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação. Informação não gráfica pode ser anexada ao modelo do elemento.

LOD 350 – o modelo do elemento é graficamente representado no modelo BIM como um sistema específico, objeto ou assemblagem em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação, e interfaces com outro sistema do edifício. Informação não gráfica pode ser anexada ao modelo do elemento.

LOD 400 – o modelo do elemento é graficamente representado no modelo BIM como um sistema específico, objeto, ou assemblagem em termos de quantidade, tamanho, forma, e orientação com informação detalhada para fabricação, montagem e instalação. Informação não gráfica pode ser anexada ao modelo do elemento.

LOD 500 – o modelo do elemento é uma representação verificada em campo em termos de tamanho, forma, localização, quantidade, e orientação. Informação não gráfica pode ser anexada ao modelo do elemento.

(4) Documentar a parte responsável por desenvolver a informação solicitada

A responsabilidade pelo desenvolvimento da informação associada a cada item/linha da tabela deve ser atribuída a uma parte responsável que consiga da forma mais eficiente possível produzir essa informação.

Após o preenchimento da tabela de caracterização das trocas de informação a Equipa de Projeto BIM deve analisar cada registo para verificar se de facto os requisitos da informação de *output* (informação desenvolvida e partilhada) correspondem aos requisitos da informação de *input* (informação recebida pelos Usos BIM procedentes). Um dos aspetos críticos é verificar se o *LOD* dos elementos dos modelos BIM partilhados como informação de *output* são maiores do que os *LOD* dos elementos dos modelos BIM recebidos como informação de *input*. Ou seja para que sejam cumpridos os níveis de detalhe exigidos nos modelos BIM de *input* os modelos BIM de *output* têm de ser desenvolvidos com um nível de detalhe igual ou superior.

A															B															C															D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Modelação															Análise do Local															Análise Estrutural															Orçamentação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
OUTPUT															INPUT															INPUT															INPUT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
D. Conceptual															D. Conceptual															D. Conceptual															D. Conceptual																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Modelo Arq.															Modelo Estr.															Modelo Arq.															Modelo Estr.															Modelo Arq.															Modelo Estr.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
RVT 2014															RVT 2013															CAD															RVT 2014															RVT 2013															RVT 2013															RVT 2014															RVT 2013																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
IFC 2x3															IFC 2x3															IFC 2x3															IFC 2x3															IFC 2x3															IFC 2x3															IFC 2x3															IFC 2x3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Requisitos da Informação															Requisitos da Informação															Requisitos da Informação															Requisitos da Informação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Model Element Breakdown Structure															Elemento incluído (Sim/Não)															Elemento de Arquitetura (Sim/Não)															Elemento Estrutural (Sim/Não)															Fonte															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD															Parte Responsável															LOD														

Quadro 7 – Análise dos registos da Tabela de Caracterização das Trocas de Informação.

A literatura BIM por vezes introduz outros conceitos ao procedimento de caracterização das trocas de informação, que não constam no aqui apresentado, mas que são de fácil perceção. Um dos que se evidencia é o conceito de BIM *deliverable*, que basicamente refere-se às entregas de projeto. Na metodologia de trabalho tradicional essas entregas são muitas delas em formato de papel ou desenhos CAD 2D. A nova metodologia BIM vem acrescentar a entrega de modelos BIM carregados com a informação desenvolvida ao longo do projeto e construção de um empreendimento, que é posteriormente utilizada para a fase de exploração

e manutenção existindo ainda a possibilidade de acrescentar ainda mais informação aos modelos BIM durante esta fase. Assim, os BIM *deliverables* referem-se especificamente aos modelos BIM partilhados como informação de *output* e são associados a cada Uso BIM.

4.4.5. ETAPA 4: ESTABELECEER A METODOLOGIA DE COLABORAÇÃO, DETERMINAR OS REQUISITOS DA INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA E DEFINIR O SISTEMA DE CONTROLO DA QUALIDADE

O procedimento de implementação BIM em Projeto encerra nesta etapa, que tem por objetivo levar a Equipa de Projeto BIM a planear como será gerida e mantida toda a informação extensivamente produzida ao longo do projeto em BIM e planear de que forma os membros da equipa irão colaborar quando é implementada a metodologia BIM no Projeto. A equipa deverá preocupar-se em: estabelecer qual ou quais os procedimentos de colaboração que serão adotados, entendendo-se por procedimentos de colaboração aqueles que são tomados para possibilitar a partilha e gestão eficaz da informação (nomeadamente modelos BIM) desenvolvida ao longo do ciclo de vida do projeto; determinar os requisitos da infraestrutura tecnologia que suporta toda a implementação BIM na execução do Projeto; estipular o sistema de controlo de qualidade mais indicado para o Projeto específico, com o objetivo de garantir a fiabilidade da informação desenvolvida no seu decurso.

4.4.5.1. Metodologia/Procedimentos de Colaboração

É imperativo que a equipa estabeleça uma metodologia de colaboração composta por procedimentos que suportem adequadamente o fluxo de trabalho colaborativo em BIM. Essa metodologia deve ter o objetivo de evitar falhas de comunicação e evitar a gestão

desorganizada da informação BIM. A metodologia sugerida pelo Guia BIMMS é uma adaptação da abordagem denominada *Common Data Environment (CDE)* preconizada num protocolo BIM do Reino Unido, *AEC (UK) BIM Protocol V2.0 2012*. Esta abordagem idealiza a existência de 4 áreas nas quais a informação pode ser gerida – a área de trabalho em desenvolvimento, a área de partilha, a área de publicação/emissão e a área de arquivo, traduzido do protocolo respetivamente por *work in progress (WIP) area*, *shared area*, *published/issued area* e *archived area*.

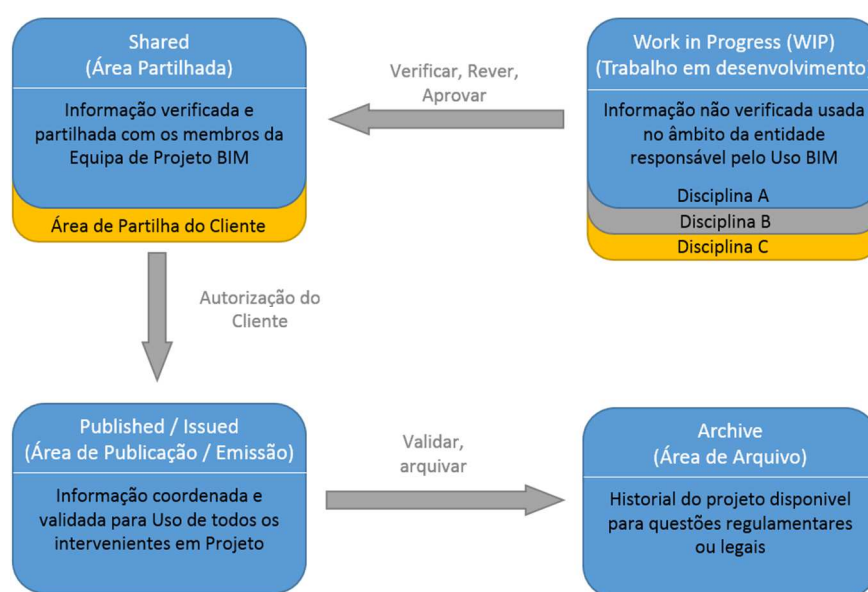


Figura 59 - Representação do Common Data Environment (adaptado de (2012)).

A existência destas áreas traduz a evolução da maturidade da informação desenvolvida ao longo do fluxo de trabalho de cada Uso BIM, assim quando o desenvolvimento de determinado tipo de informação começa juntamente com o início de um Uso BIM insere-se na primeira área mencionada, ou seja é um trabalho em desenvolvimento. Faz parte portanto, do âmbito da entidade responsável por implementar esse Uso BIM. Quando a execução do Uso BIM termina a informação desenvolvida é verificada, revista, aprovada e posteriormente transferida para a segunda área (área de partilha), ficando disponível aos

membros da Equipe de Projeto BIM possibilitando a coordenação entre si. De seguida, mediante autorização do cliente a informação é publicada transitando por isso para a área de publicação (terceira área mencionada) e fica disponível a todos os intervenientes em Projeto. Por último, a informação é convenientemente validada e arquivada passando por isso para a área de arquivo, constando do historial do Projeto. Esta sequência é repetida para cada Uso BIM.

Um dos pontos críticos num Projeto colaborativo em BIM é determinar como se ligam os diferentes modelos BIM quando é utilizada uma plataforma virtual partilhada e como os intervenientes devem organizar os seus modelos para facilitar a gestão da informação no processo colaborativo. A figura seguinte representa os procedimentos que podem ser adotados num Projeto multidisciplinar e que seguem a abordagem *CDE* anteriormente explicada.

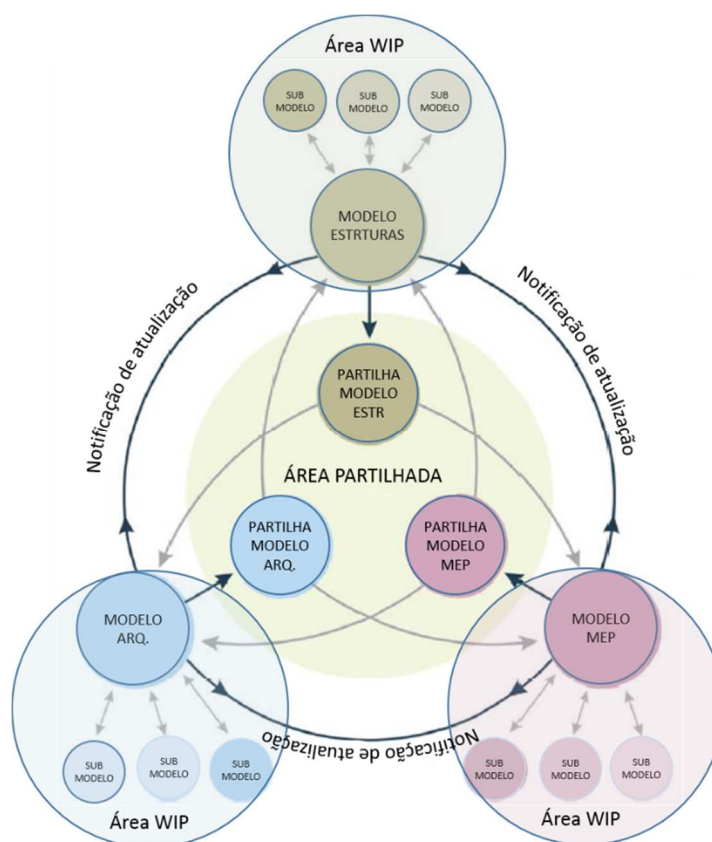


Figura 60 - Metodologia/Procedimentos de partilha de informação em projeto.

Os procedimentos representados permitem que os membros responsáveis pelo desenvolvimento de determinado Uso BIM testem no âmbito da sua área WIP (trabalho em desenvolvimento) várias soluções sem afetar o trabalho dos restantes membros responsáveis por outros Usos BIM. Quando várias partes estão a executar o mesmo Uso BIM (por exemplo modelação) ou Usos BIM simultâneos devem ser enviadas notificações de atualização e partilha informal de dados BIM entre eles, a fim de potenciar a produtividade na execução do Projeto, já que torna possível a cada interveniente desempenhar o seu trabalho baseado nas informações mais recentes. Quando um Uso BIM é concluído os elementos produzidos (modelos BIM, relatórios, famílias de objetos, desenhos CAD, etc.) são transferidos para a área partilhada o que permite o acesso aos membros da Equipa de Projeto BIM. Antes desta transferência formal é necessário que se executem verificações de qualidade para confirmar a viabilidade dos elementos obtidos e que estão a ser partilhados. Uma vez revistos, coordenados e validados, todos os elementos na área partilhada são publicados, e ficam acessíveis para referência posterior durante a execução do Projeto. Toda a informação BIM desenvolvida à medida do avanço do faseamento do empreendimento é transportada para área de arquivo acompanhando-o ao longo do seu ciclo de vida.

4.4.5.2. Requisitos de Infraestrutura Tecnológica

Para tornar possível a implementação da metodologia colaborativa de execução do projeto, torna-se vital possuir a tecnologia indicada para materializar o *Common Data Environment (CDE)* mencionado. A Equipa de Projeto BIM deve ponderar assim a utilização de localizações partilhadas na rede como por exemplo *web sites*, portais *online* ou sistemas *cloud* acessíveis a todos os intervenientes. Estas plataformas permitem assim simular a zona partilhada demonstrada na Figura 60.

Um outro aspeto essencial é estabelecer um meio de comunicação eletrónico. Poderá pensar-se por exemplo em comunicações via e-mail, no entanto com o advento do BIM foram desenvolvidos outros meios que em conjunto com o anterior tornam as comunicações eletrónicas muito mais eficazes e apelativas. É o caso da utilização de ficheiros *BIM collaboration format (BCF)*. Este tipo de ficheiros *open format* (de gratuita e livre utilização), representa um largo avanço na comunicação BIM, já que torna possível criar comentários, notas de revisão, avisos ou alertas diretamente num modelo BIM e associado a determinado(s) elemento(s). Um exemplo de uma situação específica é quando é detetado um conflito físico de especialidades (através de *clash detection*) e é necessário alertar as entidades devidas acerca desta situação. As figuras seguintes retratam este exemplo.

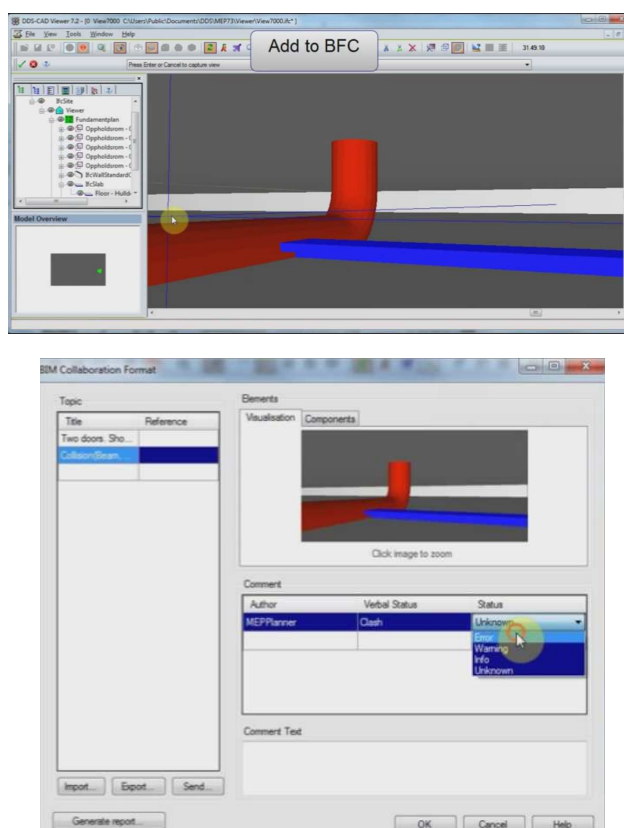


Figura 61 - Exemplo de utilização de ficheiros de formato BIM Collaboration Format (BCF).

Grande parte dos softwares comerciais já incorporam esta ferramenta que desempenha um papel fundamental nas comunicações BIM.

A quantidade de ficheiros que são criados num Projeto BIM pode ser considerável, por isso é muito importante que seja estabelecida uma estrutura de pastas nos locais de armazenamento da informação tais como servidores e uma nomenclatura de ficheiros universalmente aceite por todos, semelhante ao explicado no Capítulo “Ferramentas: Infraestrutura Tecnológica (Hardware e Software)”.

4.4.5.3. Sistema de Controlo da Qualidade

A execução do Projeto de forma colaborativa em BIM está totalmente dependente da precisão, qualidade e dos requisitos de modelação propostos para o projeto. Para assegurar que a informação é desenvolvida de acordo com as exigências há que estabelecer um sistema de controlo da qualidade, que possa ser utilizado pelas entidades que recebem a informação, para detetarem eventuais deficiências e as reportem à entidade que partilhou essa informação.

Normalmente, existem duas situações em que se emprega as verificações do sistema de controlo da qualidade, durante o desenvolvimento e uso da informação e quando se partilha a informação com os membros da equipa. Na primeira, tais verificações ocorrem quando se pretende partilhar informalmente informação, gerando-se por consequência notificações de atualização. Nestas circunstâncias as verificações a fazer podem ser de carácter básico e simplistas. Já na segunda situação, as verificações de qualidade devem ser rigorosas para garantir que a troca de informação é efetiva.

As verificações de qualidade podem dividir-se em duas categorias consoante o seu carácter – verificações genéricas e verificações melhoradas. As verificações de qualidade genéricas são

recomendadas para quando se pretende partilhar o modelo BIM, em qualquer circunstância.

São constituídas por:

- **Verificações Visuais** – verificar o posicionamento dos elementos constituintes do modelo BIM, através da navegação virtual no *software* de modelação, confirmando que correspondem à solução idealizada.
- **Verificações de Interferência** – utilizar a ferramenta de *Clash Detection* para verificar ocorrências em que existe colisão física entre elementos de outras disciplinas.

As verificações de qualidade melhoradas por sua vez, são utilizadas em conjunto com as anteriores previamente à partilha formal de modelos BIM, ou seja no fim do Uso BIM precedente e depois novamente no início do Uso BIM procedente. São elas:

- **Verificação da Precisão dos Dados extraídos do modelo BIM (*ITO, Information Take-off*)** – as ferramentas BIM permitem ao utilizadores extrair informação categorizada dos modelos BIM, assim como visualizar os respetivos elementos e desenvolver relatórios, tudo isto automaticamente. O utilizador pode decidir como a extração de dados fica organizada. Isto permite a determinada parte responsável por um Uso BIM verificar se os modelos BIM têm a informação de *input* necessária ou se os modelos BIM produzidos cumprem a informação de *output* e os requisitos de modelação exigidos para determinada fase de projeto. Por consequência, através da análise de cada elemento do modelo BIM, o seu autor/utilizador pode verificar se os detalhes geométricos e de informação estão de acordo com os *LOD* estipulados para o Uso BIM específico.

- **Deteção de Deficiências** – os modelos BIM são, de uma forma genérica, um conjunto de elementos que fazem parte de uma base de dados e que se relacionam entre si. Esta verificação incide nessas relações, analisando a ausência de elementos, discrepâncias dos elementos face às especificações consideradas. Existem ainda poucos *softwares* capazes de executar esta verificação de forma automática, já que é muito dependente de um conjunto de regras que são estabelecidas pelo utilizador.
- **Deteção de problemas relacionados com a interoperabilidade** – a intervenção de várias entidades num Projeto BIM levanta problemas relacionados com a interoperabilidade, já que ainda é uma evidente limitação da metodologia BIM. A criação de ficheiros IFC tem como objetivo ultrapassar essa limitação, como já foi referido. Contudo, ainda continua em evolução, pelo que nem todos os problemas relacionados com interoperabilidade entre *softwares* estão resolvidos. Apesar disso, notórios avanços foram conseguidos o que torna os IFC o formato de ficheiro de troca de informação mais implementado. Assim, a deteção de problemas de interoperabilidade deve estar relacionada com este formato de ficheiros. As ocorrências destes problemas devem ser constantemente documentadas no decorrer da execução do Projeto com o principal intuito de se poderem planear alternativas que anulem e minimizem o seu efeito. Existem algumas medidas que podem ser usadas para verificar se a importação e exportação de IFC's ocorre sem problemas. Algumas delas estão incorporadas em aplicações/ferramentas BIM que permitem detetar por exemplo perdas de informação.

4.4.6. RECOMENDAÇÕES

O *Building Information Modeling* cada vez mais revela-se como a metodologia de resposta às necessidades presentes e futuras da indústria AECO. Cada vez mais surgem casos de sucesso que comprovam esta afirmação e que resultam do aperfeiçoamento das técnicas de implementação desta nova metodologia inovadora à custa de lições aprendidas e da experiência. Por isso, algumas recomendações ou regras de boa prática devem ser seguidas pelas Organizações, para que a execução do empreendimento sob sua responsabilidade se torne em mais um caso de sucesso.

A presença de um BIM Champion aumenta a probabilidade de a implementação BIM no projeto ocorrer conforme o planeamento da execução do projeto em BIM. O principal objetivo deste indivíduo é estudar a forma como o BIM será implementado para prestar auxílio na compilação do Plano de Execução do Projeto em BIM (*Project Execution Plan*) final. A sua principal função é encorajar a Equipa de Projeto BIM a despendar o tempo necessário para planejar a execução do projeto em BIM, mesmo quando existe pressão em termos de prazos.

O planeamento e a execução do Projeto em BIM é um processo colaborativo. É a partir desta característica que advém os benefícios desta metodologia. É assim essencial que a Equipa de Projeto BIM promova ao máximo o envolvimento de todos os intervenientes no processo de planeamento, incluindo o cliente, sendo ele uma peça principal do puzzle. A sua participação é de todo pertinente para que o planeamento vá de encontro às suas necessidades e aos seus requisitos futuros.

Já que determinado Projeto não é igual a outro, para cada um deve ser compilado um Plano de Execução de Projeto em BIM. Este documento é o fruto do planeamento colaborativo da implementação BIM no Projeto e deve ser encarado como um documento vivo que evolui à

medida que o projeto avança, pelo que deve ser revisto e atualizado periodicamente. Para além disso, constitui uma importante referência para qualquer parte envolvida no projeto, porque contém informação que torna possível a programação, o controlo e a monitorização da execução do Projeto em BIM.

Apesar de a implementação BIM em Projeto ser altamente influenciável pela modalidade de contratação estipulada, a oportunidade de utilizar a metodologia BIM não deixa de existir. Quer dizer que, o procedimento descrito no Guia BIMMS pode ser adaptado a qualquer modalidade de contratação. As etapas do procedimento são igualmente úteis independentemente do modelo de contratação, embora há que ter a noção de que quando nem todos os intervenientes estão presentes logo nas fases preliminares do Projeto surgem desafios inevitáveis, pelo que certas premissas iniciais devem ser planeadas perspetivando o aditamento de futuros membros ao Projeto.

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O estágio curricular na *Building Information Modeling & Management Solutions* permitiu ao estagiário enveredar no estudo de uma das mais complexas e importantes temáticas da metodologia BIM, a sua implementação no âmbito organizacional e no âmbito de projeto. O guia de implementação apresentado permite concluir que o objetivo do estágio foi efetivamente atingido – criar um documento de apoio ao processo de implementação BIM no âmbito organizacional e no âmbito de projeto que possa ser utilizado por diversos *stakeholders* da indústria da construção, a partir do estudo e adaptação de diversos documentos internacionais existentes. Todo este trabalho só foi possível graças ao ambiente profissional proporcionado na BIMMS e à partilha para com o estagiário dos seus conhecimentos.

O estudo dos diversos documentos que contribuíram para a produção do guia de implementação BIM possibilitou desenvolver as seguintes conclusões:

- As iniciativas de implementação BIM são um importante motor de difusão do BIM na indústria da construção civil e necessitam não só do apoio governamental, mas também das diversas associações profissionais;
- Atualmente existe uma panóplia extensa de documentos oriundos de outros países, muitos deles com carácter legal e normativo, o que indica que a metodologia BIM está de facto a tornar-se uma prática obrigatória na indústria. Constatou-se que, alguns conteúdos desses documentos focam a implementação BIM no âmbito organizacional, de projeto e da indústria enquanto outros focam aspetos específicos da metodologia BIM como por exemplo as metodologias de modelação, ou os sistemas de classificação. Devido a esta particularidade conclui-se portanto que os documentos estudados fornecem ora uma visão global da implementação BIM, ora uma visão

mais restrita e específica de determinado aspeto ou conceito da metodologia BIM.

Para além disso, aqueles cujo seu objeto é a implementação BIM condicionam o seu público-alvo aos diferentes *stakeholders* da indústria AECO.

A implementação da metodologia BIM é um tema de elevada importância a nível internacional e segundo as tendências também o será em Portugal. A elaboração do “Guia de implementação BIM em Organizações e Projetos”, constante neste relatório, pretende constituir uma base ao desenvolvimento de novas pesquisas e estudos. Propõe-se assim como desenvolvimentos futuros:

- Submeter o “Guia de implementação BIM em Organizações e Projetos” a um processo de aprovação que o valide perante uma comunidade científica constituída por indivíduos ou entidades devidamente selecionadas;
- Aprovar o “Guia de implementação BIM em Organizações e Projetos” do ponto de vista prático, aplicando-o a um caso real e a partir daí elaborar um caso de estudo, à semelhança de outros guias;
- Proceder à edição gráfica do “Guia de implementação BIM em Organizações e Projetos” e posterior publicação;
- Desenvolver propostas de Modelos de Capacidade e Maturidade universais que permitam medir a maturidade de implementação BIM das Organizações.
- Adaptar e propor regras de modelação gerais e específicas a cada disciplina que integrem um capítulo de metodologia de modelação para complementar o “Guia de implementação BIM em Organizações e Projetos”.
- Elaborar outros tipos de documento que foquem outros aspetos específicos da implementação BIM;

- Criar uma plataforma informática de apoio à gestão da implementação BIM no âmbito organizacional e no âmbito de projeto.

6. REFERÊNCIAS

- A framework for implementing a BIM business transformation.* **Autodesk. 2012.** 2012.
- 2012.** *AEC (UK) BIM Protocol Version 2.0.* 2012.
- AEC(UK) CAD & BIM Standards.** About. *AEC(UK) CAD & BIM Standards Site.* [Online] www.aecuk.wordpress.com.
- Ahmad, M. Ahmad, Demian, Peter e Price, Andrew D.F. 2012.** BIM IMPLEMENTATION PLANS: A COMPARATIVE ANALYSIS. 2012.
- ANZRS.** Genesis. *ANZRS Australian and New Zealand Revit Standards.* [Online] www.anzrs.org.
- Arayici, Y., et al.** BIM adoption and implementation for architectural practices.
- Autodesk Buiding Information Modeling. 2011.** Realizing the Benefits of BIM. 2011.
- Azhar, Salman. 2011.** Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. 2011.
- Azhar, Salman, Hein, Michael e Sketo, Blake. 2007.** Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. 2007.
- Barison, Maria Bernardete e Santos, Eduardo Toledo. 2010.** An overview of BIM specialists. 2010.
- BRE Global.** About. *BREEAM.* [Online] www.breeam.org.
- Building and Construction Authority. 2013.** *BIM Essential Guide For Adoption in an Organization.* 2013.
- Building and Construction Authority. 2013.** *BIM Essential Guide For BIM Execution Plan.* 2013.

Building and Construction Authority. 2013. *BIM Essential Guide For C&S Consultants*. 2013.

Building and Construction Authority. 2013. *Singapore BIM Guide Version 2*. 2013.

Building Smart. Open Standards 101. *Building Smart International home of open BIM*. [Online] www.buildingSmart.org.

Caires, Bruno Emanuel. 2013. BIM as a tool to support the collaborative project between the structural engineer and the architect : BIM execution plan, education and promotional initiatives. 2013.

Computer Integrated Construction Research Program. 2013. *BIM Planning Guide for Facility Owners. Version 2.0*. s.l. : The Pennsylvania State University, 2013.

Computer Integrated Construction Research Program. 2011. *BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.1*. s.l. : The Pennsylvania State University, 2011.

Costa, António Aguiar. O paradigma BIM e a normalização como fator de competitividade. *Instituto Português da Qualidade (IPQ)*. [Online] <http://www1.ipq.pt/PT/Site/Destaques/Pages/Paradigma-BIM-e-a-normalizacao-como-fator-de-competitividade.aspx>.

Czmoch, Ireneusz e Pekala, Adam. Tradicional Design versus BIM Based Design.

Department of Veteran Affairs. 2010. *The VA BIM Guide Version 1.0*. 2010.

Duc, Nam Nguyen. 2012. 01 - Implementing BIM in Construction. [Online] 2012. <https://www.youtube.com/watch?v=C2jH6xOVeQc>.

Eadie, Robert, et al. An analysis of the drivers for adopting building information modelling.

Eastman, Chuck, et al. 2011. *BIM Handbook*. 2011.

Eastman, Chuck; Teicholz, Paul; Sacks, Rafael; Liston, Kathleen. 2011. *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. 2011.

- Ekholm, Anders. 2011.** Building Classification for BIM - Reconsidering the framework. 2011.
- Grupo Técnico BIM - AsBEA. 2013.** *Guia AsBEA - Boas Práticas em BIM, Fascículo I.* 2013.
- Hooper, Martin. 2012.** *BIM Anatomy- An investigation into implementation prerequisites.* 2012.
- Information classification systems and the Australian construction industry.* **NATSPEC. 2008.** 2008.
- Joseph, Joseph.** BIM: A Marketing Effort.
- Jung, Youngsoo and Joo, Mihee. 2011.** Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. 2011.
- Leitch, Robert M., Kumar, Sonali e Messner, Jonh I. 2010.** Gaining end user involvement through virtual reality mock-ups: a medical facility case study. 2010.
- Level of Development Specification - For Building Information Modelling.* **The American Institute of Architects. 2013.** 2013.
- Lima, João, Leal, C. Gustavo e Leal, Carlos.** BIM adoption: a demanding option.
- Louw, Michelle Van Kolck, Hodgkinson, Belinda e Needham, Chris. 2012.** ANZRS - Australian and New Zealand Revit Standards (Version 3). 2012.
- McGraw Hill Financial. 2014.** *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Constructors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling.* Bedford : s.n., 2014.
- McGraw Hill. 2014.** *The Business Value of BIM in Australia and New Zealand: SmartMarket Report Managing Editor.* 2014.
- Miettinen, Reijo e Paavola, Sami. 2014.** Beyond the BIM utopia: Approches to the development and implementation of building information modeling. 2014.

Migilinskas, Darius, et al. 2013. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical BIM Implementation. 2013.

National BIM Standard. About. *National BIM Standard-United States*. [Online] www.nationalbimstandard.org.

National Guidelines for Digital Modelling. The Cooperative Research Centre for Construction Innovation. 2009. 2009.

National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance. 2012. *National BIM Standard - United States Version 2*. 2012.

National Specification Construction Information. 2014. *NATSPEC BIM Paper 002 - Getting Started with BIM*. 2014.

NATSPEC. 2014. *NATSPEC BIM Paper 003 - BIM Project Inception Guide*. 2014.

NATSPEC. 2011. *NATSPEC National BIM Guide Version 1.0*. 2011.

NATSPEC. 2013. *NATSPEC BIM Paper 001 - BIM and LOD, Building Information Modelling and Level of Development*. 2013.

Acceleration BIM Comittee. 2014. *New Zealand BIM Handbook*. 2014.

Oakley, Josh. Getting a BIM Rap: Why Implementations Fail, and What You Can Do About It.

Panaïtescu, R.M. 2014. Building Information Modeling - Towards a structured implementation process in an engineering organization. 2014.

Pinto, Carlos A. Marques, et al. 2006. *Fundamentos de Gestão*. 2006.

Both, Petra Von e Kindsvater, Andreas. 2012. *Potentials and barriers for implementing BIM in the German AEC market - Results of a current market analysis.* 2012.

Smith, Peter. 2014. BIM implementation - global strategies. 2014.

Staub-French, Sheryl, et al. 2011. *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) 'BEST PRACTICES' PROJECT REPORT*. 2011.

- Stebbins, J. 2009.** Successful BIM Implementation: Transition from 2D to 3D BIM. "Digital Vision Automation". 2009.
- Succar, Bilal e Kassem, Mohamad. 2015.** Macro-BIM adoption: Conceptual structures. 2015.
- Succar, Bilal. 2011.** The five components of BIM performance measurement. 2011.
- Succar, Bilal. 2014.** Episode 19: Top-Down, Bottom-Up And Middle-Out BIM Diffusion. *BIM ThinkSpace*. [Online] 12 de Julho de 2014. www.bimthinkspace.com.
- Sweet, Shelley. 2013.** Which is Best for Us? Top Down, Bottoms Up, or Middle Out. 2013.
- Taborda, Paulo e Cachadinha, Nuno. 2012.** BIM nas obras públicas em Portugal: condicionantes para uma implementação com sucesso. 2012.
- The Hong Kong Institute of Building Information Modelling. 2014.** CIC Building Information Modelling Standards - Draft 5.0. 2014.
- U.S. Green Building Council. LEED. LEED.** [Online] www.usgbc.org.
- Z., Zahrizan, et al. 2014.** Exploring the Barriers and Driving Factors in Implementing Building Information Modeling (BIM) in the Malaysian Construction Industry: A Preliminary Study. June de 2014.

7. ANEXOS

7.1. BIM USES/USOS BIM

7.1.1. PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO (PREVENTIVA) DE UM EDIFÍCIO

Descrição:

A manutenção é o processo no qual a funcionalidade da estrutura (paredes, lajes, coberturas, etc) e do equipamento de serviço (mecânico, elétrico, instalações hidráulicas, etc.) é mantida ao longo da fase operacional do edifício. Um programa de manutenção bem-sucedido irá melhorar o desempenho do edifício, reduzir reparações e reduzir os custos globais de manutenção.

Potencial Valor:

- Planear as atividades de manutenção de forma pró-ativa e alocar apropriadamente o pessoal responsável pela manutenção;
- Seguir de perto o historial de manutenção;
- Reduzir as reparações resultantes da manutenção corretiva e da manutenção de emergência;
- Aumentar a produtividade do pessoal de manutenção, já que a localização física dos equipamentos/sistemas é conhecida;
- Avaliar diferentes abordagens à manutenção baseadas no seu custo;
- Permitir aos responsáveis pela gestão do edifício justificar a necessidade e o custo de estabelecer um programa de manutenção fiável e centralizado.

Recursos necessários:

- *Software* de revisão de Projeto para visualizar o *Record Model* e os seus componentes;
- Sistema de automação do edifício com conexão ao *Record Model*;
- Sistema computadorizado de gestão da manutenção com conexão ao *Record Model*;
- Interface gráfica de fácil utilização com conexão ao *Record Model* para fornecer informações acerca do desempenho do edifício.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para entender e manusear o sistema computadorizado de gestão da manutenção e os sistemas de controlo do edifício com o *Record Model*;
- Competência para entender as operações e práticas de manutenção típicas dos equipamentos;
- Competência para manusear, navegar e rever um Modelo 3D.
-

7.1.2. ANÁLISE DOS SISTEMAS DE UM EDIFÍCIO

Descrição:

Processo que mede o desempenho de um edifício comparativamente ao especificado em Projeto. Inclui a forma como os sistemas mecânicos operam e a quantidade de energia que um edifício consome. Outros aspetos desta análise incluem, mas não se limitam a, estudos da ventilação das fachadas, análise de exposição solar, análise dinâmica interior e exterior do fluxo de ar e análise da iluminação natural.

Potencial Valor:

- Assegurar que o edifício opera de acordo com as especificações em Projeto e com as normas de sustentabilidade adotadas;
- Identificar oportunidades para modificar as operações dos sistemas com o objetivo de melhorar o seu desempenho;
- Simular vários cenários nos quais são modificados os materiais constituintes do edifício para demonstrar quais os que proporcionam melhores ou piores indicadores de desempenho.

Recursos necessários:

- *Software* de Análise dos Sistemas de um edifício (sistemas de energia, mecânicos, etc.)

Competências da equipa necessárias:

- Competência para entender e manusear o sistema computadorizado de gestão da manutenção e os sistemas de controlo do edifício com o *Record Model*;
- Competência para entender as operações e práticas de manutenção típicas dos equipamentos;
- Competência para manusear, navegar e rever um Modelo 3D.

7.1.3. GESTÃO DE ATIVOS DO EDIFÍCIO**Descrição:**

Processo no qual um sistema organizado de gestão é bidireccionalmente conectado a um *Record Model* para, de forma mais eficiente, ajudar na manutenção e operação de um edifício

e dos seus ativos. Estes ativos consistem nos sistemas físicos do edifício, na sua envolvente, e nos seus equipamentos e devem ser mantidos, melhorados e operados com eficiência e de forma o mais económica possível, para satisfação do proprietário e dos utilizadores. A gestão de ativos presta auxílio na tomada de decisões do âmbito financeiro, no planeamento a curto e longo prazo, e na criação de cronogramas de ordens de trabalho. A informação contida no *Record Model* é utilizada para preencher um sistema de gestão de ativos que é posteriormente usado para determinar os custos implicados pela modificação ou melhoramento dos ativos de um edifício, segregar custos dos ativos para efeitos fiscais e para manter uma base de dados abrangente e atualizada que reproduz qual o real valor dos ativos. A conexão bidirecional também permite aos utilizadores visualizar o ativo no modelo antes da sua eventual reparação ou manutenção, contribuindo assim para reduzir o tempo de intervenção.

Potencial Valor:

- Arquivar manuais de operação e manutenção e especificações dos equipamentos para acesso rápido;
- Avaliar o estado de conservação das instalações e dos equipamentos;
- Manter atualizados os dados respeitantes às instalações e equipamentos incluindo, mas não se limitam a, cronogramas de manutenção, garantias, custos, melhoramentos, substituições, danos/deterioração, registos de manutenção, dados do fabricante e funcionalidade do equipamento;
- Fornecer uma única fonte abrangente que permite ao proprietário, à equipa de manutenção e ao departamento financeiro controlar a utilização, o desempenho e a manutenção dos ativos de um edifício;

- Produzir mapas de quantidades com exatidão, dos ativos de uma Organização o que presta apoio na elaboração de relatórios financeiros, na aquisição, na estimativa de custos futuros implicados pelo melhoramento ou substituição de um ativo particular;
- Permitir em futuras atualizações do *Record Model*, mostrar os dados respeitantes aos ativos intervencionados na forma de melhoramentos, substituições ou serviços de manutenção, através do acompanhamento das alterações a que foram sujeitos e importando as novas informações para o modelo;
- Ajudar o departamento financeiro a analisar diferentes tipos de ativos de forma mais eficiente através de um aumento do nível de visualização;
- Aumentar as oportunidades de medir e verificar os sistemas durante a ocupação do edifício;
- Gerar automaticamente o cronograma de ordens de trabalho para o pessoal de manutenção.

Recursos necessários:

- Sistema de Gestão de Ativos;
- Possibilidade de conexão bidirecional entre o *Record Model* e o Sistema de Gestão de Ativos;
-

7.1.4. GESTÃO E MONITORIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DOS ESPAÇOS**Descrição:**

Processo no qual o BIM é utilizado para de forma eficaz distribuir, gerir e acompanhar a utilização dos espaços e os recursos relacionados. Um modelo BIM do edifício permite que os responsáveis pela gestão e organização dos espaços de um edifício analisem a utilização

existente e planeiem eficazmente o processo de transição que ocorre quando o tipo de utilização de um determinado espaço(s) é modificado para outro tipo. Isto acontece por exemplo numa obra de reabilitação ou renovação e é particularmente útil recorrer ao BIM quando a ocupação de certos espaços dos edifícios durante a sua execução é um requisito. A gestão e monitorização da utilização dos espaços assegura uma alocação apropriada de recursos em termos espaciais ao longo de todo o ciclo de vida do edifício. A implementação deste Uso BIM normalmente requiere a integração de um *software* capaz de monitorizar os espaços.

Potencial Valor:

- Identificar e alocar mais fácil e apropriadamente os espaços a determinado tipo de utilização do edifício;
- Melhorar a eficiência do planeamento do processo de transição que ocorre quando o tipo de utilização de determinado espaço é modificado para outro;
- Acompanhar proficientemente a utilização dos espaços e recursos atuais;
- Assistir no planeamento futuro das necessidades em termos de espaços do edifício.

Recursos necessários:

- Manuseamento do modelo 3D bidirecional;
- Integração de software com o *Record Model*;
- Aplicações informáticas de gestão e mapeamento de espaços (por exemplo o *Maximo* ou o *Mapguide*, etc.)

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manusear, navegar e rever o *Record Model*;

- Competência para avaliar os atuais espaços e ativos do edifício e geri-los apropriadamente face a necessidades futuras;
- Conhecimentos de aplicações informáticas de *Facilities Management*;
- Competência para integrar o *Record Model* com as aplicações de *Facilities Management*.

7.1.5. PLANEAMENTO DE EMERGÊNCIAS

Descrição:

Processo no qual os meios de resposta a emergências têm acesso a informação crítica do edifício sob forma de um modelo e de um sistema de informação. O BIM fornece informação crítica do edifício aos meios de emergência por forma a melhorar a eficiência da resposta e minimizar os riscos que comprometem a sua segurança. A informação dinâmica do edifício é fornecida por um sistema autónomo, enquanto que a informação estática do edifício, tais como plantas dos pisos, esquemas dos equipamentos, são fornecidos pelo modelo BIM. Estes dois sistemas devem ser integrados através de uma conexão sem fios e os meios de resposta a emergências devem conectar-se àqueles através de um sistema global. O BIM acoplado com o sistema autónomo irá ser capaz de claramente dispor qual a localização no edifício da emergência, possíveis rotas para a área da ocorrência e compartimentos do edifício considerados perigosos.

Potencial Valor:

- Fornecer em tempo real às forças policiais, bombeiros e outros meios de socorro, informação crítica do edifício;
- Aumentar a eficiência da resposta à emergência;

- Minimizar os riscos para os indivíduos que prestam socorro.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manusear, navegar, e rever o modelo BIM para arquivar atualizações da informação respeitante ao edifício;
- Capacidade para entender a informação dinâmica do edifício fornecida pelo Sistema Autónomo;
- Capacidade para tomar decisões apropriadas durante uma emergência.

7.1.6. GESTÃO DOCUMENTAL (RECORD MODELING)

Descrição:

Processo no qual o BIM é utilizado para documentar de forma precisa as características/condições físicas e o meio em que o edifício se insere, assim como os seus ativos por intermédio de um modelo BIM denominado *Record Model*. No mínimo este modelo contém informação relativamente à arquitetura, sistema estrutural e aos elementos das instalações *MEP*. É o culminar de toda a atividade de modelação realizada ao longo do projeto e construção do edifício, incluindo a ligação dos dados relativamente à operação e manutenção do edifício ao modelo *As-Built model* (criado a partir dos modelos de projeto, construção, coordenação e de fabricação). Este modelo é entregue à equipa responsável pela gestão do edifício ou ao seu proprietário. Pode ser necessário conter informação adicional como os sistemas de equipamentos e o planeamento da utilização dos espaços caso se pretenda utilizar essa informação no futuro.

Potencial Valor:

- Auxiliar na modelação e coordenação num futuro Projeto de renovação;
- Melhorar a documentação respeitante ao meio em que o edifício se insere para utilização futura (documentação histórica).
- Capacidade para incluir futuros dados adquiridos da renovação do edifício ou da substituição de equipamentos;
- Fornecer ao proprietário um modelo preciso do edifício, dos equipamentos e dos espaços o que permite criar possíveis sinergias com outros Usos do BIM;
- Minimizar os *inputs* e *outputs* de informação para o modelo BIM e minimizar as necessidades de espaço de armazenamento desta informação;
- Responder melhor às necessidades e desejos dos proprietários para fomentar uma relação mais sólida com o proprietário e promover novos negócios;
- Avaliar com facilidade as especificidades técnicas exigidas pelo cliente, nomeadamente áreas dos compartimentos ou o desempenho do edifício no meio em que se insere.

Recursos necessários:

- Ferramentas para manipular o modelo BIM 3D;
- Ferramentas que permitam criar modelos compatíveis para acomodar os *BIM Deliverables* exigidos;
- Acesso a informação essencial em formato eletrónico;
- Base de dados dos ativos e equipamentos do edifício com os respetivos meta dados (em função das capacidades técnicas do proprietário).

7.1.7. ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DE ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Descrição:

Área na qual o BIM é usado para representar graficamente quer construções permanentes quer temporárias no local durante as múltiplas fases do processo de construção. Essa representação deve estar ligada também ao cronograma de trabalhos da obra para transmitir os requisitos em termos de espaço e a sequência de tarefas planeada. Informação adicional incorporada no modelo pode incluir recursos de trabalho, encomendas de material e localização de equipamentos de obra. Uma vez que os componentes do modelo 3D podem ser diretamente ligados ao cronograma, é possível visualizar de que forma está planeada a organização do estaleiro, planejar a curto prazo e analisar recursos com base em diferentes dados espaciais e temporais.

Potencial Valor:

- Gerar eficientemente o *layout* de utilização do espaço do estaleiro tendo em conta construções temporárias, áreas de montagem/fabricação e áreas de entrega de mercadorias para qualquer fase da obra.
- Identificar rapidamente potenciais conflitos críticos de espaço e tempo;
- Avaliar com precisão o *layout* do estaleiro identificando pontos que colocam em risco a segurança dos profissionais em obra;
- Selecionar um possível esquema de construção;
- Comunicar eficazmente a sequência de construção e o *layout* do estaleiro a todas as partes interessadas;
- Atualizar facilmente a organização do estaleiro e a utilização do espaço à medida que a construção evolui;

- Minimizar o tempo gasto no planeamento da utilização dos espaços do estaleiro.

Recursos necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM;
- *Software* capaz de criar cronogramas de trabalhos;
- *Software* de integração do 4D com o modelo BIM;
- Plano detalhado das condições existentes do local.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para criar, manusear, navegar e rever o modelo 3D;
- Competência para manusear e avaliar o cronograma de construção com o modelo 3D;
- Conhecimentos dos métodos de construção típicos;
- Competência para traduzir o conhecimento e a experiência em campo para um processo tecnológico.

7.1.8. CONCEPÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS (VIRTUAL MOCKUP)

Descrição:

Processo no qual é utilizado um *software* de modelação 3D para conceber e analisar um sistema construtivo complexo (e.g. cofragens, sistemas envidraçados, pregagens, contenções etc.).

Potencial Valor:

- Facilitar a construção de um sistema construtivo complexo;

- Aumentar a produtividade na construção;
- Potenciar medidas de segurança na execução de um sistema construtivo.

Recursos necessários:

- *Software* com capacidade para modelar sistemas construtivos em 3D.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manipular, navegar e rever modelos 3D;
- Competência para tomar decisões apropriadas quanto à construção, utilizando *softwares* de modelação em 3D;
- Conhecimento das práticas típicas da execução de sistemas construtivos e seus componentes.

7.1.9. FABRICAÇÃO DIGITAL

Descrição:

Processo que utiliza a informação digital para facilitar a fabricação de componentes ou montagens de vários tipos ou materiais. A fabricação digital pode ser aplicada à produção de chapas metálicas, estruturas metálicas, corte de tubagens, estruturas de madeira, etc. Permite também criar protótipos virtuais que representam o resultado final do que se pretende fabricar, assegurando que as fases a jusante da ordem de produção ocorram com o mínimo de ambiguidades e com a disponibilidade suficiente de informação para produzir minimizando os desperdícios. Um modelo BIM pode ser usado juntamente com tecnologia adequada para montar as partes fabricadas no componente final.

Potencial Valor:

- Garantir a qualidade da informação reunida no processo de fabricação;
- Aumentar a precisão durante a fabricação;
- Aumentar a produtividade e a segurança na fabricação;
- Reduzir tempos de espera;
- Adaptar mais facilmente alterações de última instância ao Projeto;
- Reduzir a dependência nos desenhos 2D em papel.

Recursos necessários:

- *Software* de Modelação;
- Informação legível pelos equipamentos de fabricação;
- Métodos de fabricação.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para interpretar e criar modelos de fabricação;
- Competência para manusear, navegar e rever modelos 3D;
- Competência para extrair dos modelos 3D informação digital para a fabricação;
- Competência para interpretar os métodos típicos de fabricação.

7.1.10. LEVANTAMENTO DIGITAL (DIGITAL LAYOUT)**Descrição:**

Processo no qual se recorre a equipamentos de medição digital, tais como estações totais, conectados a um modelo BIM para verificar a disposição, o posicionamento e a geometria, de tudo o que está a ser construído (pilares, vigas, paredes, aterros, escavações, etc). O

modelo BIM é utilizado para localizar equipamentos de medição e automatizar o controle dos seus movimentos.

Potencial Valor:

- Reduzir os erros construtivos através da comparação das coordenadas do modelo com coordenadas reais;
- Aumentar a eficiência e a produtividade através da redução do tempo despendido por eventuais campanhas topográficas e/ou de medição em campo;
- Redução do trabalho adicional fruto da correção de eventuais erros cometidos, já que os pontos de controle são diretamente recebidos do modelo.

Recursos necessários:

- Maquinaria dotada de GPS;
- Equipamento digital de medição;
- *Software* capaz de converter informação medida para o modelo BIM e vice-versa;

Competências da equipa necessárias:

- Competência para criar, manipular, navegar e rever um modelo 3D;
- Competência para interpretar se os dados do modelo são apropriados para controlar os equipamentos de medição.

7.1.11. COORDENAÇÃO 3D

Descrição:

Processo no qual se utiliza um *software* de *Clash Detection* para detetar conflitos em fase de projeto entre as diversas disciplinas, através da comparação de modelos 3D. O objetivo do *Clash Detection* é eliminar os principais conflitos entre os elementos ou sistemas das diferentes disciplinas antes da sua execução ou instalação.

Potencial Valor:

- Coordenar os diferentes elementos/sistemas que fazem parte dos projetos de especialidade num modelo BIM;
- Reduzir e eliminar conflitos em obra; o que reduz significativamente os *RFI* comparativamente a outros métodos.
- Visualizar a obra;
- Aumentar a produtividade;
- Reduzir o custo da construção; limitação do crescimento de custos ao longo da construção da obra;
- Reduzir o tempo gasto na construção;
- Aumentar a produtividade no estaleiro;
- Produção de desenhos de construção mais precisos.

Recursos necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM;
- *Software* para revisão de modelos BIM.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para lidar com pessoas e com os desafios do projeto;
- Competência para manusear, navegar, rever e atualizar um modelo 3D;
- Conhecimento acerca dos diversos sistemas de um edifício.

7.1.12. MODELAÇÃO DE ESPECIALIDADES

Descrição:

Processo no qual é utilizado um *software* 3D para desenvolver um modelo BIM que deverá traduzir o projeto de um edifício. Existem dois grupos de *software* BIM, os de modelação e os de análise, simulação e auditoria.

Os softwares de modelação servem para criar os modelos BIM enquanto que os de análise, simulação e auditoria têm como propósito estudar ou enriquecer a informação contida no modelo. Muitas das ferramentas de análise, simulação e auditoria podem ser utilizadas para revisão do projeto, análise e dimensionamento nas diferentes áreas da Engenharia (estruturas, instalações *MEP*), o que remete para outros Usos do BIM. As ferramentas de modelação são o primeiro passo em direção ao BIM e a chave da sua potencialidade é a conexão do modelo 3D com uma poderosa base de dados que inclui propriedades dos elementos, quantidades, custos, cronogramas, etc.

Potencial Valor:

- Proporcionar uma interpretação transparente do projeto para todos os intervenientes;
- Melhorar o controlo e o controlo da qualidade do projeto, custos e prazos;
- Proporcionar uma poderosa visualização do projeto;

- Promover a colaboração entre os *stakeholders* do projeto;

Recursos necessários:

- *Software* de Modelação BIM.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manusear, navegar e rever um modelo 3D;
- Conhecimento dos meios e métodos de construção;
- Experiência em projeto e em construção.

7.1.13. ANÁLISE DE SOLUÇÕES (ESTRUTURAL, ENERGÉTICA, ILUMINAÇÃO NATURAL, ETC.)

Descrição:

Processo no qual são utilizados *softwares* com capacidade para utilizar modelos BIM para determinar as soluções mais eficientes aos problemas de Engenharia, e que se baseiam nas especificidades do projeto. Posteriormente são transmitidos ao proprietário e/ou ao operário os métodos de como implementar a solução nos sistemas do edifício (sistema estrutural, energético, instalações *MEP*, etc.). As ferramentas de análise e simulação são responsáveis por acrescentar valor a um projeto, como por exemplo prever o consumo de energia de um edifício na sua exploração.

Potencial Valor:

- Automatizar o estudo dos problemas de Engenharia, economizando os custos e o tempo;

- Aumentar os conhecimentos especializados e os serviços disponibilizados por gabinetes de Engenharia/Arquitetura.
- Otimizar a eficiência energética das soluções através do recurso a várias análises rigorosas;
- Melhorar a qualidade dos estudos de Engenharia.

Recursos necessários:

- *Software* de Modelação;
- Ferramentas e Software de Análise e Simulação.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manipular, navegar e rever o modelo 3D;
- Competência para proceder a um determinado tipo de análise utilizando o Software de Análise e Simulação e o modelo BIM;
- Conhecimentos dos meios e métodos de construção;
- Experiência em projeto e em construção.

7.1.14. ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Descrição:

Processo no qual se utiliza, em fase de projeto, um *software* de simulação apropriado para prever o desempenho energético de um edifício a partir de um modelo BIM. O objetivo é comparar os resultados obtidos com o disposto pela regulamentação adotada e procurar oportunidades para otimizar o desempenho do edifício para reduzir custos associados à fase de exploração.

Potencial Valor:

- Reduzir tempo e custos através da obtenção de forma automática da informação acerca do edifício e dos seus sistemas a partir do modelo BIM;
- Melhorar a precisão da previsão do desempenho energético do edifício através de um conhecimento mais detalhado da informação respeitante ao edifício (geometrias, volumes), que consta do modelo BIM;
- Ajudar na verificação da regulamentação adotada;
- Otimizar o projeto do edifício para melhorar o seu futuro desempenho energético e como consequência reduzir custos em fase de exploração.

Recursos necessários:

- *Software* de análise e simulação do desempenho energético;
- Modelo BIM 3D bem ajustado e concebido;
- Informação meteorológica do local detalhada;
- Regulamentação nacional relativa ao desempenho ou eficiência energética dos edifícios.

Competências da equipa necessárias:

- Conhecimentos dos sistemas básicos de um edifício;
- Conhecimentos de normas aplicáveis à análise de desempenho energético;
- Conhecimentos e experiência em projetar sistemas (estruturais, *MEP*) dos edifícios;
- Competência para manusear, navegar e rever um modelo 3D;
- Competência para através de um *software* de Análise e Simulação aceder a um modelo BIM

7.1.15. ANÁLISE ESTRUTURAL

Descrição:

Processo no qual o modelo BIM é utilizado, por intermédio de um *software* adequado, para analisar o comportamento do sistema estrutural e dimensionar os seus componentes. Com base nesta análise é possível desenvolver e refinar o esquema estrutural projetado tendo em vista a sua eficácia, eficiência e a sua exequibilidade. A solução estrutural desenvolvida pode ser posteriormente transmitida para efeitos de produção, recorrendo por exemplo à fabricação digital (outro uso BIM), ou para efeitos de conceção do sistema construtivo que apoia a sua execução.

Potencial Valor:

- Economizar tempo e custos gastos na criação de modelos extra;
- Aumentar os conhecimentos especializados e os serviços disponibilizados por gabinetes de Engenharia.
- Otimizar a eficiência das soluções estruturais através da aplicação de várias análises rigorosas;
- Aumentar a qualidade das soluções estruturais projetadas;
- Reduzir o tempo gasto na análise e dimensionamento estrutural.

Recursos Necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM;
- Ferramentas e Software de Análise e Dimensionamento de Estruturas;
- Regulamentos e Normas de Análise e Dimensionamento de Estruturas;
- *Hardware* adequado para suportar o *Software* de Análise.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para criar, manusear, navegar, e rever modelos 3D estruturais;
- Competência para aceder a um modelo através de ferramentas de análise;
- Conhecimentos dos métodos de construção típicos;
- Conhecimentos de técnicas de criação de modelos analíticos;
- Conhecimentos de Análise Estrutural;
- Experiência em projeto;
- Experiência em projetar estruturas tendo em conta os outros sistemas do edifício;
- Conhecimentos acerca da sequência de construção de estruturas de edifícios.

7.1.16. AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE (LEED, BREEAM)**Descrição:**

Processo no qual o modelo BIM é utilizado para avaliar a sustentabilidade do projeto/construção, com o objetivo de obter uma certificação a partir de um Sistema de Certificação Ambiental (*LEED*, *BREEAM*). Esta avaliação deve estender-se a todo o ciclo de vida do edifício incluindo o planeamento, projeto, construção e operação. Planear o projeto incluindo as características necessárias para a certificação na sua fase preliminar revela-se ser mais eficaz (permite avaliar o impacto para o projeto) e mais eficiente (permite tomar decisões relativamente a custos e cronogramas de trabalho). Contudo é necessário que exista interação das diversas disciplinas o mais cedo possível, de maneira que sejam fornecidas informações cruciais para o processo de avaliação de sustentabilidade. Poderá ser conveniente que o contracto (em fase preliminar) faça referência ao uso do BIM para este efeito e ao sistema de certificação que se pretende adotar. Adicionalmente, para atingir os objetivos dos sistemas de certificação e durante o processo de aprovação existe um acrescento

de informação sob a forma de cálculos, documentos ou verificações. Poderá recorrer-se a um ambiente colaborativo para desenvolver simulações energéticas, cálculos e documentação, desde que as responsabilidades de cada um estejam bem definidas e claramente partilhadas.

Potencial Valor:

- Permitir uma avaliação precoce e fidedigna das alternativas do projeto;
- Conduzir à entrega de projetos com mais qualidade;
- Reduzir custos operacionais do edifício.
- Promover o projeto de soluções sustentáveis e amigas do ambiente.
- Auxiliar a equipa de projeto com possíveis revisões futuras ao longo do ciclo de vida do edifício.

Recursos necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM;

Competências da equipa necessárias:

- Competência para criar e rever modelos BIM;
- Conhecimento acerca dos sistemas de certificação ambiental;
- Competência para organizar e gerir a base de dados.

7.1.17. VERIFICAÇÕES REGULAMENTARES

Descrição:

Processo no qual o BIM é utilizado para verificações regulamentares em diferentes áreas (estruturas, *MEP*).

Potencial Valor:

- Validar os projetos de especialidades perante as disposições regulamentares;
- Conceber os modelos BIM ao mesmo tempo que se fazem a validação das disposições regulamentares;
- Economizar tempo nas múltiplas verificações regulamentares permitindo desta forma a conceção mais eficiente de projetos.

Recursos necessários:

- Normas e Regulamentos aplicáveis;
- *Software* de validação dos modelos BIM perante as disposições regulamentares;

Competências da equipa necessárias:

- Competência para usar *software* de criação de modelos BIM
- Competência para usar *software* de validação das disposições regulamentares.

7.1.18. REVISÃO DE PROJETO**Descrição:**

Processo no qual os *stakeholders* do projeto, recorrendo ao BIM, têm a possibilidade de interagir e visualizar um modelo 3D e transmitir o seu *feedback*, relativamente a vários aspetos dos projetos, tais como, o cumprimento ou não dos requisitos especificados no programa, critérios estéticos e de organização e disposição de espaços, entrada de luz natural, critérios ergonómicos, acústicos, texturas e cores, etc. Isto torna-se possível através de um ambiente virtual, proporcionado por software que permita *Virtual Mockup*.

Potencial Valor:

- Eliminar custos e economizar tempo despendidos pelos métodos tradicionais de elaboração de maquetes;
- Modificar, modelar e rever (em tempo real) mais facilmente as alternativas de projeto, mediante o *feedback* dos *stakeholders* do projeto.
- Facilitar a revisão de projeto;
- Avaliar se o projeto cumpre efetivamente os requisitos do cliente;
- Facilitar a comunicação da intenção do projetista ou do projeto ao dono de obra, empreiteiro ou outras entidades relevantes;
- Aumentar consideravelmente a coordenação e comunicação entre as diferentes partes o que potencia melhores tomadas de decisão.

Recursos necessários:

- *Software* de revisão de projeto;
- Espaço físico para reuniões de revisão de projeto;
- *Hardware* com capacidade para processar modelos BIM que contêm muita informação.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manusear, navegar e rever um modelo 3D;
- Competência para criar imagens foto realistas do modelo com texturas, cores e acabamentos a partir do modelo BIM e utilizando diferentes *softwares* ou *plug-ins*;
- Forte sentido de coordenação e entendimento dos papéis e responsabilidades dos membros da equipa;

- Conhecimentos acerca da forma de como se integram os diferentes sistemas de um edifício.

7.1.19. DISPOSIÇÕES INTERIORES DAS EDIFICAÇÕES E ESPAÇOS LIVRES

Descrição:

Processo no qual a utilização do BIM pode contribuir para avaliar o cumprimento do projeto relativamente aos requisitos em termos de espaço. O desenvolvimento de um modelo BIM permite à equipa de projeto analisar se a disposição interior da edificação e os espaços livres, estão de acordo com o disposto nos regulamentos antes de um processo de licenciamento.

Potencial Valor:

- Avaliar de forma eficiente e precisa se o Projeto cumpre os requisitos do cliente e normativos de disposição de interior da edificação e espaço livre.

Recursos necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manusear, navegar e rever um modelo 3D.

7.1.20. ESTUDOS DE VIABILIDADE

Descrição:

Processo no qual as ferramentas BIM ou GIS são utilizadas para avaliar as propriedades de uma área geográfica para determinar qual a localização ótima de um futuro empreendimento. Posteriormente pode ser estudada qual a disposição das edificações no terreno escolhido para o empreendimento.

Potencial Valor:

- Determinar se a eventual propriedade cumpre os requisitos técnicos e financeiros, com o auxílio de tomadas de decisão calculadas;
- Possivelmente melhorar a eficiência energética do empreendimento;
- Minimizar o risco proveniente de materiais perigosos;
- Maximizar o retorno do investimento.

Recursos necessários:

- *Software* GIS;
- *Software* de criação de modelos BIM.

Competências da equipe necessárias:

- Competência para manusear, navegar e rever modelos 3D;
- Conhecimentos para utilizar sistemas de informação (GIS, base de dados de informação).

7.1.21. PLANEAMENTO DO FASEAMENTO CONSTRUTIVO (MODELAÇÃO 4D)

Descrição:

Processo no qual se utiliza modelos BIM 4D (modelos BIM com a adição da dimensão tempo) para planejar com eficiência o faseamento construtivo de determinada obra tendo em conta a organização e gestão do estaleiro, e para demonstrar a sequência de construção planeada assim como os requisitos necessário em termos de espaço livre no estaleiro. A modelação 4D é uma poderosa ferramenta de visualização e comunicação que permite a todos os stakeholders, incluindo o dono de obra entender os marcos temporais do projeto e os planos de construção.

Potencial Valor:

- Melhorar o entendimento do dono de obra e outros participantes, acerca do faseamento construtivo e demonstrar o caminho crítico do planeamento do Projeto;
- Proporcionar múltiplas opções e soluções aos conflitos em termos de espaço livre, através do planeamento dinâmico da ocupação do espaço em estaleiro;
- Orçamentar e planejar de forma mais rápida e precisa o Projeto integrando os recursos de mão-de-obra, de equipamento e materiais;
- Identificar e resolver conflitos em termos de espaço livre adiante do processo de construção;
- Identificar problemas relacionados com a cronologia, sequência e faseamento da construção;
- Monitorizar o estado de encomenda dos materiais para a construção;
- Aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios no estaleiro;

- Convergir as complexidades em termos do planejamento de espaços com a informação de planejamento e com os resultados de eventuais análises adicionais executadas.

Recursos necessários:

- Software de criação de modelos BIM;
- Software de gestão de Projeto;
- Software de modelação BIM 4D.

Competências da equipa necessárias:

- Conhecimentos acerca do processo geral de construção e de faseamento construtivo.
- Competência para manipular, navegar e rever um modelo 3D;
- Conhecimentos para utilizar softwares de modelação 4D: importar geometrias, gerir a conexão a cronogramas, produzir e controlar animações, etc.
-

7.1.22. ORÇAMENTAÇÃO E EXTRAÇÃO DE QUANTIDADES

Descrição:

Processo no qual o BIM pode ser usado para gerar um mapa de quantidades, na gíria anglo-saxónica *quantity take-offs*, e/ou uma estimativa orçamental, para qualquer fase do ciclo de vida da construção. Este processo permite à equipa de Projeto analisar os custos resultantes de modificações efetuadas ao Projeto, durante todo o seu ciclo de vida. O benefício de utilizar o BIM para orçamentação e extrair mapas de quantidades é mais evidente nas fases mais precoces do Projeto.

Potencial Valor:

- Quantificar com precisão os materiais que constituem o modelo BIM;
- Gerar rapidamente quantidades para suportar o processo de tomada de decisão;
- Gerar estimativas orçamentais mais rapidamente;
- Fornecer informação relativa a custos ao dono de obra durante qualquer fase do ciclo de vida da construção, influenciando-o na tomada decisão, principalmente quando se procede a alterações do Projeto;
- Poupar tempo ao orçamentista reduzindo o tempo gasto em elaborar os mapas de quantidades;
- Ajudar no controlo do orçamento da obra durante a sua construção, através da utilização de modelos 4D conectados à estimativa de custos obtida em BIM;
- Facilitar a exploração de diferentes soluções para o Projeto, mediante o *plafond* do cliente;
- Determinar rapidamente o custo associado a determinado elemento;
- Integrar mais facilmente novos orçamentistas dentro do processo de orçamentação de uma obra.

Recursos necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM que permitam executar estimativas orçamentais;
- Modelo preciso da obra a construir;
- Informação relativa a custos de materiais, mão-de-obra, etc.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para definir procedimentos específicos de elaboração de Projetos, de forma a produzir com precisão os mapas de quantidades;
- Competência para manusear modelos BIM para adquirir quantidades que são utilizadas para a estimativa orçamental.

7.1.23. MODELAÇÃO DAS CONDIÇÕES EXISTENTES

Descrição:

Processo no qual uma equipa de Projeto desenvolve um modelo BIM que reproduz as condições existentes de um local, edifício, ou área interior de um edifício. Este modelo pode ser desenvolvido utilizando tecnologias como o *laser scanning* ou outras, dependendo do que se pretende e do que é mais eficiente. Posteriormente recorre-se ao modelo para auditar informação nele contida, e utilizá-la para um Projeto de construção nova ou de reabilitação.

Potencial Valor:

- Aumentar a quantidade e precisão da informação acerca das condições existentes do local;
- Reunir informação para futuros Projetos;
- Ajudar na futura coordenação e modelação BIM;
- Fornecer uma representação precisa do trabalho que foi posto em prática;
- Verificação em tempo real quantidades executadas para propósitos financeiros;
- Fornecer informação detalhada da disposição interior ou exterior da obra;
- Ajudar no planeamento de emergências;

Recursos necessários:

- *Software* de criação de modelos BIM;
- *Software* de leitura e manuseamento de nuvens de pontos do *laser scanning*;
- *Laser scanning* 3D;
- Equipamento convencional de medição.

Competências da equipa necessárias:

- Competência para manipular, navegar e rever um modelo 3D;
- Conhecimentos para utilizar *software* de criação de modelos BIM;
- Conhecimentos para utilizar *software* relacionado com o *laser scanning*;
- Conhecimentos para utilizar ferramentas e equipamentos convencionais de medição;
- Competência para determinar qual o nível de detalhe suficiente dos modelos BIM;
- Competência para gerar um modelo BIM a partir do *laser scan* e/ou das informações reunidas por equipamentos convencionais de medição.

7.2. IMPRESSOS

7.2.1. MODELO DE CAPACIDADE E MATURIDADE

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Perfil Organizacional	Missão, Visão e Objectivos juntamente com o apoio da gestão organizacional, BIM Champion(s) e o Comité de Planeamento BIM	0	1	2	3	4	5	2	18	25
Missão e objectivos organizacionais	A missão é o propósito fundamental da existência de uma Organização. Os Objectivos procuram delinear as metas ou estados futuros que a Organização se propõe a atingir.	Missão e objectivos Organizacionais não estabelecidos.	Missão organizacional estabelecida de forma básica.	Objectivos organizacionais estabelecidos de forma básica.	O propósito, os serviços e os valores (no mínimo) da Organização estão presentes na sua missão.	Os objectivos organizacionais são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e estão calendarizados.	A missão e os objectivos organizacionais são regularmente consultados, avaliados e actualizados (conforme necessário).	1	4	5
Objectivos e visão da implementação BIM	A visão é o estado futuro perspectivado pela Organização com a implementação BIM. Os objectivos são metas que a Organização se propõe a alcançar com a implementação do BIM.	Visão e objectivos da implementação BIM não definidos	Visão da implementação BIM definida de forma básica	Objectivos da implementação BIM definidos de forma básica	A missão, a estratégia e a cultura da Organização estão presentes na visão da implementação BIM.	Os objectivos da implementação BIM são específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e estão calendarizados	A visão e os objectivos da implementação BIM são regularmente consultados, avaliados e actualizados (conforme necessário).	0	3	5
Apoio Executivo	Até que ponto a gestão executiva (de topo) apoia o planeamento da implementação BIM.	Apoio executivo inexistente	Apoio limitado apenas a estudos de fiabilidade	Apoio total à implementação BIM com compromisso de disponibilizar alguns recursos.	Apoio total à implementação BIM com compromisso de disponibilizar recursos apropriados.	Apoio limitado à continuidade dos esforços de implementação devido à limitação de recursos financeiros.	Apoio total à continuidade dos esforços de implementação.	1	4	5
BIM Champion	O BIM Champion é um indivíduo tecnicamente habilitado e motivado para orientar uma Organização na implementação do BIM efectivamente, na melhoria dos seus processos impulsionando a adopção, na gestão da resistência comportamental.	BIM Champion inexistente	BIM Champion identificado mas com disponibilidade limitada para a iniciativa BIM	BIM Champion com disponibilidade adequada para a iniciativa BIM	Múltiplos BIM Champions capazes de formar grupos de trabalho	BIM Champion proveniente da gestão executiva, com disponibilidade limitada	BIM Champion proveniente da gestão executiva com disponibilidade para trabalhar próximo de outros BIM Champions.	0	2	5
Comité de Planeamento BIM	O Comité de Planeamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia da Organização com integração do BIM.	Comité de planeamento BIM não constituído	Pequeno comité apenas com os indivíduos interessados no BIM	Comité BIM formalizado, mas não inclui indivíduos da base da estrutura organizacional.	Comité BIM multidisciplinar, incluindo indivíduos da base da estrutura organizacional	Comité BIM constituído por membros de todos os níveis hierárquicos incluindo o nível executivo	As decisões de planeamento do BIM estão integradas com a estratégia global da Organização.	0	5	5

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Usos BIM	Métodos específicos nos quais se implementam o BIM.	0	1	2	3	4	5	0	3	5
Usos BIM	Processos ou métodos nos quais se implementa o BIM para os tecnicamente melhorar	Usos BIM não identificados	Implementação de Usos BIM básicos, predominantemente Modelação 3D	Implementação de Usos BIM de modelação mais avançados e mais complexos	Implementação de Usos BIM de análise e simulação	A implementação de Usos BIM é feita recorrendo a uma análise básica do recursos humanos e tecnológicos necessários.	A implementação de Usos BIM é alvo de uma análise detalhada para determinar impactos financeiros, de tempo, de recursos humanos e tecnológicos necessários.	0	3	5

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Processos	Meios pelos quais os Usos BIM são implementados.	0	1	2	3	4	5	1	8	10
Estrutura Organizacional	Forma pela qual a actividade da Organização está dividida, organizada e coordenada	Não existe uma Estrutura Organizacional que defina efectivamente como a Organização de coordena	Existe uma Estrutura Organizacional básica informal e não documentada	Estrutura Organizacional formal e documentada, conhecendo-se apenas a sua hierarquia	A Estrutura Organizacional está devidamente formalizada e documentada, conhecendo-se devidamente as interações entre as diferentes tarefas e a distribuição da autoridade	A Estrutura Organizacional está devidamente formalizada e documentada e está pensada tendo em conta a implementação do BIM	A Estrutura Organizacional é periodicamente avaliada e actualizada para se adaptar às mudanças.	1	5	5
Processos Organizacionais e processos BIM	Processos internos organizacionais e processos BIM que representam tarefas da actividade organizacional.	Processos internos organizacionais e processos BIM não documentados	Apenas estão documentados os processos BIM ao nível de cada departamento	Processos BIM integrados nos processos organizacionais documentados ao nível de cada departamento.	Processos BIM documentados de forma detalhada para os Usos BIM primários	Processos BIM documentados de forma detalhada para todo os Usos BIM	Processos BIM detalhadamente documentados e regularmente avaliados e actualizados.	0	3	5

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Ferramentas	Sistemas tecnológicos necessários para implementar o BIM numa Organização. Espaços de trabalho necessários.	0	1	2	3	4	5	3	9	15
Software	Programas informáticos utilizados num computador para implementar o BIM.	Software BIM inexistente	Software BIM capaz de interpretar informação BIM	Sistemas básicos de software BIM.	Sistemas avançados de Software.	Sistemas de software BIM disponíveis para todos os colaboradores.	Programa para actualização contínua dos sistemas de software BIM.	2	4	5
Hardware	Equipamentos necessários para armazenamento de dados e de suporte ao software BIM(servidores, computadores, rede informática e seus componentes)	Hardware sem capacidade para suportar os softwares BIM.	Algum hardware com capacidade para suportar o software BIM	Todo o hardware com capacidade para suportar o software BIM básico.	Algum hardware com capacidade para suportar sistemas de software BIM avançados.	Todo o hardware da Organização tem capacidade para suportar sistemas de software BIM avançados.	Programa de actualização contínua dos sistemas de hardware.	1	2	5
Espaços Físicos	Espaços físicos funcionais de um imóvel disponível para implementar o BIM	Espaço não dedicado para implementar o BIM	Posto de trabalho único para visualizar informação BIM	Pequeno espaço de trabalho de colaboração com ecrã suficientemente grande para múltiplas vistas.	Sala de colaboração BIM com projector.	Múltiplos espaços de trabalho de colaboração com ecrã suficientemente grande para múltiplas vistas.	Programa de actualização contínua dos espaços e postos de trabalho.	0	3	5

Elementos de Planeamento	Descrição	Nível de Maturidade						Nível Atual	Nível Objectivo	Total Possível
Pessoas	Recursos Humanos de uma Organização	0	1	2	3	4	5	7	17	25
Funções e responsabilidades	A função é o papel assumido por um indivíduo perante a Organização, e as suas responsabilidades são as tarefas e obrigações exigidas que esse indivíduo desempenhe como parte do seu papel.	Funções e responsabilidades não documentadas	A implementação do BIM apenas é da responsabilidade do BIM Champion	A implementação BIM é da responsabilidade de um grupo interdisciplinar.	Cada departamento é responsável pela implementação BIM	Cada colaborador tem a sua quota parte de responsabilidade na implementação BIM	As responsabilidades de implementação do BIM são regularmente revistas por forma a assegurar a sua correcta distribuição.	1	3	5
Hierarquia Organizacional	Forma como os indivíduos e os grupos de indivíduos se inserem na Organização e nos seus grupos funcionais ou departamentos.	A implementação BIM não é transversal à hierarquia organizacional	BIM Champion for a da hierarquia organizacional típica.	Pequena equipa de implementação BIM fora da hierarquia organizacional típica.	Grupo de implementação interdisciplinar.	BIM Champion em cada departamento.	A equipa de implementação BIM suporta a implementação dos Usos BIM em cada departamento.	2	3	5
Educação	A educação de recursos humanos consiste em formalmente instruir os indivíduos acerca de um assunto	Programa de educação inexistente	Sessões ad-hoc de educação conforme necessário	Apresentações formais acerca do que é o BIM e quais os seus benefícios que representa para a Organização.	Condução de sessões regulares de educação dos colaboradores.	Programa de educação "por encomenda" estabelecido na Organização.	Programa de educação concebido de forma a inovar à custa de lições aprendidas dentro da Organização.	1	4	5
Formação	A formação de recursos humanos consiste em transmitir conhecimentos, valores ou regras aos indivíduos relativamente a uma tarefa ou processo específico.	Programa de formação inexistente	Programas de formação contratados a empresas de formação apenas para os colaboradores necessários.	Programa interno de formação para todos os colaboradores que interagem com o BIM	Condução regular de sessões de formação de rotina para os colaboradores.	Programa de formação "por encomenda" estabelecido na Organização.	Programa de formação concebido de forma a inovar à custa de lições aprendidas dentro da Organização.	2	3	5
Preparação para a mudança	A disposição que a Organização tem para a integração do BIM	A Organização não está conscientemente preparada para a mudança.	A Organização está consciente da necessidade de implementar o BIM	Disposição e apoio por parte da gestão executiva à mudança.	Disposição e apoio por parte da gestão intermédia e operacional à mudança.	Todos os indivíduos estão dispostos e apoiam a mudança.	A disposição e apoio à mudança faz parte da cultura da Organização.	1	4	5

7.2.2. PLANO ESTRATÉGICO BIM

NOME DA ORGANIZAÇÃO

Plano Estratégico BIM

Versão 0.00

[Data]

Desenvolvido por:

[autores]

Sumário

[Redigir um texto introdutório ao Plano Estratégico]

Índice

SUMÁRIO	233
ÍNDICE.....	234
1. INTRODUÇÃO.....	236
1.1. COMITÉ DE PLANEAMENTO BIM	236
2. ANALISAR.....	236
2.1. CULTURA ORGANIZACIONAL	236
2.1.1. Organograma Funcional.....	236
2.1.2. Missão e Objetivos Organizacionais.....	237
2.1.3. Visão BIM atual.....	237
2.2. ANÁLISE DO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL	237
2.3. MATURIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO BIM.....	238
2.3.1. Perfil Organizacional.....	238
2.3.2. Usos BIM.....	239
2.3.3. Processos.....	239
2.3.4. Ferramentas	239
2.3.5. Pessoas.....	240
3. ALINHAR.....	241
3.1. VISÃO BIM.....	241
3.2. OBJETIVOS BIM	241
3.3. COMPONENTES DE PLANEAMENTO BIM	241
3.3.1. Perfil Organizacional.....	241
3.3.2. Usos BIM	242

3.3.3. Processos	242
3.3.4. Ferramentas	243
3.3.5. Pessoas	243
4. AVANÇAR.....	244
4.1. ROADMAP	244
5. ANEXOS	244
2. OBJETIVOS DO PROJETO E USOS BIM.....	265

1. Introdução

[Qual o assunto deste documento, a quem se dirige e como utilizá-lo]

1.1. Comité de Planeamento BIM

[Registo dos membros constituintes do comité BIM]

Nome	Função	Departamento	E-mail	Telemóvel
	[BIM Champion]			

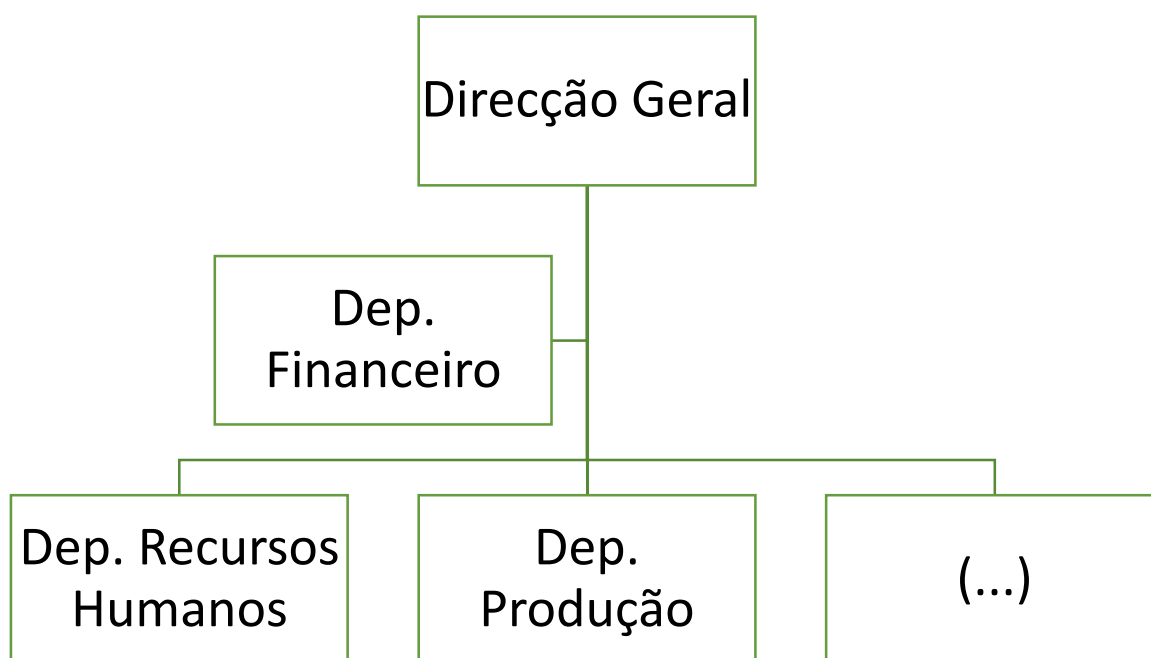
2. Analisar

[Redigir texto explicativo dos principais aspetos considerados durante a análise da Organização]

2.1. Cultura Organizacional

2.1.1. Organograma Funcional

[Apresentar o organograma funcional da Organização]



2.1.2. Missão e Objetivos Organizacionais

[Redigir a afirmação que declara a missão organizacional. Descrever e listar de forma prioritária os objetivos organizacionais.]

Objetivos organizacionais:

Prioridade	Objetivo e descrição

2.1.3. Visão BIM atual

[Redigir a afirmação que declara a visão atual da Organização em implementar o BIM, incluindo um texto explicativo da mesma.]

2.2. Análise do Desempenho Organizacional

[Redigir sumário acerca dos métodos de diagnóstico do meio ambiente da Organização utilizados para a análise do seu desempenho, incluindo resultados atingidos. Em anexos apresentar de forma detalhada o relatório das análises levadas a cabo, separado por método utilizado (SWOT, Balanced Score Cards, etc)].

2.3. Maturidade da Implementação BIM

[Redigir texto explicativo dos métodos utilizados para determinar o nível de implementação BIM atual da organização, associado a cada componente de planeamento da implementação BIM]

2.3.1. Perfil Organizacional

[Redigir texto explicativo dos fatores e aspetos considerados que determinaram o nível de maturidade atual do componente de planeamento da implementação BIM denominado Perfil Organizacional.]

Categoria	Nível de Maturidade Atual	Descrição
Missão e objetivos organizacionais		
Objetivos e visão da implementação BIM		
Apoio Executivo		
BIM Champion		

Comité de Planeamento BIM		
------------------------------	--	--

2.3.2. Usos BIM

[Redigir texto explicativo dos fatores e aspetos considerados que determinaram o nível de maturidade atual do componente de planeamento da implementação BIM denominado Perfil Usos BIM.]

Categoria	Nível de Maturidade	Descrição
Usos BIM		

2.3.3. Processos

[Redigir texto explicativo dos fatores e aspetos considerados que determinaram o nível de maturidade atual do componente de planeamento da implementação BIM denominado Processos.]

Categoria	Nível de Maturidade	Descrição
Estrutura Organizacional		
Processos Organizacionais e processos BIM		

2.3.4. Ferramentas

[Redigir texto explicativo dos fatores e aspetos considerados que determinaram o nível de maturidade atual do componente de planeamento da implementação BIM denominado Ferramentas.]

Categoria	Nível de Maturidade	Descrição
Software		
Hardware		
Espaços Físicos		

2.3.5. Pessoas

[Redigir texto explicativo dos fatores e aspetos considerados que determinaram o nível de maturidade atual do componente de planeamento da implementação BIM denominado Pessoas.]

Categoria	Nível de Maturidade	Descrição
Funções e responsabilidades		
Hierarquia Organizacional		
Educação		
Formação		
Preparação para a mudança		

3. Alinhar

[Redigir sumário que exponha os principais aspetos considerados na determinação do nível de implementação desejado]

3.1. Visão BIM

[Redigir a afirmação que declara a visão da Organização em implementar o BIM, incluindo um texto que explique de que forma está alinhada com a missão e com os objetivos da Organização.]

3.2. Objetivos BIM

[Documentar os objetivos da implementação BIM e sua prioridade, incluindo uma descrição para cada um deles e de que forma estão alinhados com os objetivos organizacionais]

Prioridade	Objetivo BIM e descrição

3.3. Componentes de Planeamento BIM

[Redigir texto explicativo do nível de maturidade que a organização perspetiva para cada componente da implementação BIM]

3.3.1. Perfil Organizacional

Categoria	Nível de Maturidade Atual	Nível de Maturidade Desejado	Competências Necessárias
Missão e objetivos organizacionais			
Objetivos e visão da implementação BIM			
Apoio Executivo			
BIM Champion			
Comité de Planeamento BIM			

3.3.2. Usos BIM

Categoria	Nível de Maturidade Atual	Nível de Maturidade Desejado	Competências Necessárias
Usos BIM			

3.3.3. Processos

Categoria	Nível de Maturidade Atual	Nível de Maturidade Desejado	Competências Necessárias
Estrutura Organizacional			
Processos Organizacionais e processos BIM			

3.3.4. Ferramentas

Categoria	Nível de Maturidade Atual	Nível de Maturidade Desejado	Competências Necessárias
Software			
Hardware			
Espaços Físicos			

3.3.5. Pessoas

Categoria	Nível de Maturidade Atual	Nível de Maturidade Desejado	Competências Necessárias
Funções e responsabilidades			
Hierarquia Organizacional			

Educação			
Formação			
Preparação para a mudança			

4. Avançar

[Redigir texto que exponha de que forma a Organização vai avançar para o processo de implementação BIM, incluindo uma lista de recursos necessários, nomeadamente financeiros, humanos, e de tempo. Expor quais os componentes de planeamento da implementação BIM serão abordados e que fazem parte do *roadmap*]

4.1. Roadmap

[Apresentar nesta secção o(s) *roadmap(s)* elaborados]

5. Anexos

[Incluir relatórios das análises de desempenho da Organização e de diagnóstico do meio ambiente que se efetuaram, separados por métodos utilizados (SWOT, Balanced Score Cards, etc)].

7.2.3. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO E EXECUÇÃO

NOME DA ORGANIZAÇÃO

Plano Detalhado e de Execução BIM

Versão 0.00

[Data]

Desenvolvido por:

[autores]

Sumário

[Redigir um texto introdutório ao Plano de Implementação e Execução]

Índice

SUMÁRIO	247
ÍNDICE.....	248
1. INTRODUÇÃO.....	249
2. PERFIL ORGANIZACIONAL.....	250
2.1. MISSÃO ORGANIZACIONAL.....	250
2.2. OBJETIVOS ORGANIZACIONAIS	250
2.3. VISÃO BIM.....	250
2.4. OBJETIVOS BIM	250
2.5. MEMBROS DA EQUIPA DE IMPLEMENTAÇÃO	250
3. USOS BIM	251
4. PROCESSOS.....	251
4.1. PROCESSOS ORGANIZACIONAIS ATUAIS	251
4.2. PROCESSOS ORGANIZACIONAIS ALVO	251
4.3. PROCESSOS BIM.....	252
5. FERRAMENTAS.....	252
5.1. SOFTWARE	252
5.2. HARDWARE	252
5.3. ESPAÇOS FÍSICOS	253
6. PESSOAS.....	254
6.1. ORGANOGRAMA FUNCIONAL	254
6.2. FUNÇÕES E RESPONSABILIDADES BIM.....	254
6.3. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO.....	254

6.4. PLANO DE ENDOMARKETING	255
6.5. PLANO DE GESTÃO DO CONHECIMENTO	255
7. ABORDAGEM COMERCIAL.....	255
7.1. CONTEÚDOS DE MARKETING	255
7.2. FUNÇÕES E RESPONSABILIDADES DOS COMERCIAIS.....	255
8. ANEXOS	255
8.1. Uso BIM 1.....	256
8.1.1. Partes Responsáveis.....	256
8.1.2. Processos Atuais	256
8.1.3. Processos BIM	256
8.1.4. Necessidades de Software.....	257
8.1.5. Necessidades de Hardware	257
8.1.6. Necessidades de Espaços Físicos	257
8.1.7. Necessidades de Recursos Humanos	257
8.1.8. Funções e Responsabilidades.....	257
8.1.9. Programa de Educação e Formação.....	257
8.2. [REstantes Usos BIM].....	257
8.3. OUTROS ANEXOS	258

1. Introdução

[Qual o assunto deste documento, a quem se dirige e como utilizá-lo]

2. Perfil Organizacional

2.1. Missão Organizacional

[Redigir a afirmação que declara a missão organizacional]

2.2. Objetivos Organizacionais

[Redigir sumário explicativo dos objetivos organizacionais]

Prioridade	Objetivo e descrição

2.3. Visão BIM

[Redigir a afirmação que declara a visão da Organização em implementar o BIM]

2.4. Objetivos BIM

[Documentar os objetivos da implementação BIM e sua prioridade, incluindo uma descrição para cada um deles]

Prioridade	Objetivo BIM e descrição

2.5. Membros da Equipa de Implementação

[Registo dos membros constituintes do comité BIM]

Nome	Função	Departamento	E-mail	Telemóvel
	[BIM Champion]			

3. Usos BIM

[Redigir sumário explicativo de todos os Usos BIM que se pretendem implementar. Em anexo devem constar os detalhes da implementação de cada Uso BIM]

Uso BIM	Descrição

4. Processos

4.1. Processos Organizacionais Atuais

[Redigir texto explicativo dos processos organizacionais globais implementados. Incluir nesta secção o Mapa de Processos Global atual.]

4.2. Processos Organizacionais Alvo

[Redigir texto explicativo da forma como os processos alvo serão afetados. Incluir lista de processos globais afetados pela implementação BIM.]

4.3. Processos BIM

[Redigir texto explicativo dos processos BIM globais. Incluir nesta secção o Mapa de Processos BIM Global que será implementado.]

5. Ferramentas

5.1. Software

[Documentar o software que a Organização atualmente dispõe e o software que é necessário adquirir. Para cada software documentar também que Uso BIM irá suportar.]

Disponível (Sim/Não)	Software	Versão	Uso BIM

5.2. Hardware

[Documentar o hardware que a Organização atualmente dispõe e o hardware que é necessário adquirir. Incluir também as especificações técnicas de cada equipamento e que Uso BIM irá suportar.]

.

Disponível (Sim/Não)	Equipamento	Especificações	Uso BIM

--	--	--	--

5.3. Espaços Físicos

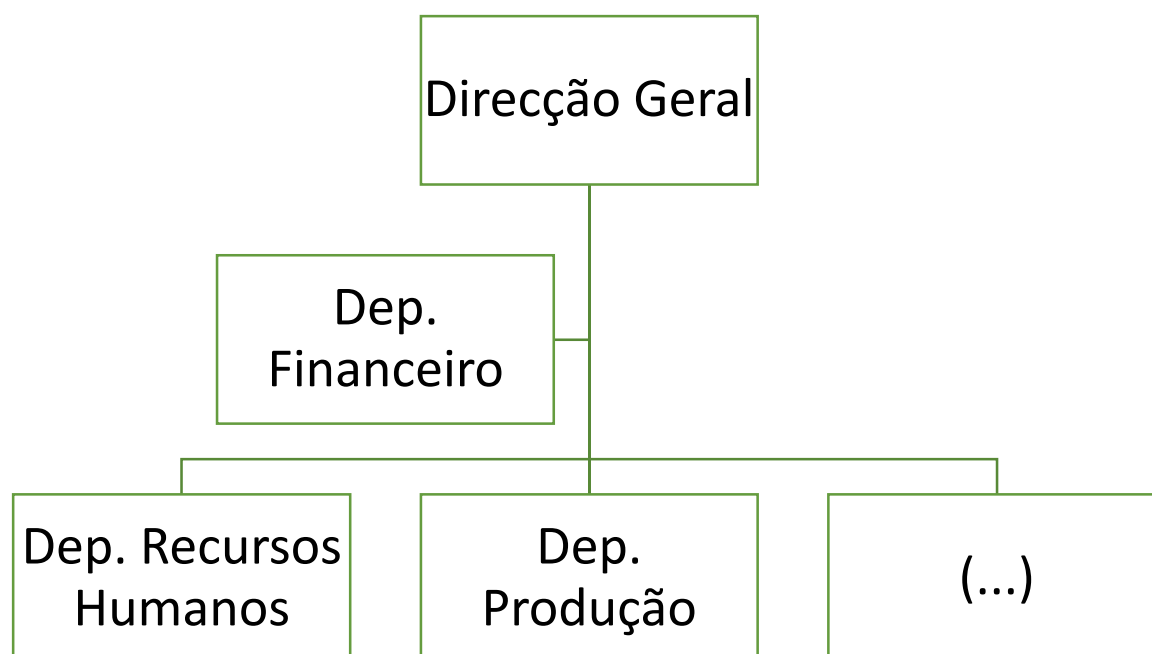
[Documentar os espaços físicos disponíveis na Organização e os espaços físicos que são necessários prever para implementar os Usos BIM. Incluir as especificações de cada espaço físico como áreas e número de lugares/postos de trabalho.]

Disponível (Sim/Não)	Espaço	Área	Número de Lugares/ Postos de Trabalho	Uso BIM

6. Pessoas

6.1. Organograma Funcional

[Apresentar o organograma funcional da Organização detalhado]



6.2. Funções e Responsabilidades BIM

[Documentar as funções e responsabilidades de todos os colaboradores diretamente envolvidos com a implementação e utilização do BIM.]

6.3. Programa de Educação e Formação

[Redigir sumário explicativo do programa de formação adotado. Em anexo disponibilizar o programa completo de educação e formação.]

6.4. Plano de Endomarketing

[Redigir sumário explicativo do programa de endomarketing adotado. Em anexo disponibilizar o programa completo de endomarketing.]

6.5. Plano de Gestão do Conhecimento

[Redigir sumário explicativo do programa de gestão do conhecimento adotado. Em anexo disponibilizar o programa completo de gestão do conhecimento.]

7. Abordagem Comercial

7.1. Conteúdos de Marketing

[Documentar nesta secção todos os conteúdos utilizados de propaganda da implementação BIM.]

7.2. Funções e Responsabilidades dos Comerciais

[Documentar as funções e responsabilidades de todos os comerciais que abordam os clientes e que lhes apresentam a Organização e a metodologia BIM.]

8. Anexos

[Documentar nos anexos cada Uso BIM que se pretende implementar na Organização e para cada um deles detalhar os aspetos da sua implementação. Incluir na secção outros anexos documentos considerados relevantes tais como o programa de formação e educação, o programa de endomarketing, ou o programa de gestão do conhecimento.]

8.1. Uso BIM 1

[Redigir sumário explicativo do Uso BIM que se pretende implementar.]

8.1.1. Partes Responsáveis

[Documentar as partes responsáveis por implementar este Uso BIM específico.]

Nome	Função	Departamento	E-mail	Telemóvel
	[BIM Champion]			

8.1.2. Processos Atuais

[Redigir texto explicativo dos processos organizacionais globais implementados. Incluir nesta secção o Mapa de Processos Detalhado atual.]

8.1.3. Processos BIM

[Redigir texto explicativo dos processos BIM a implementar associado a este Uso BIM específico. Incluir nesta secção o Mapa de Processos BIM Detalhado.]

8.1.4. Necessidades de Software

[Documentar a lista de software necessário para implementar este Uso BIM específico.]

8.1.5. Necessidades de Hardware

[Documentar a lista de equipamentos necessários para implementar este Uso BIM específico.]

8.1.6. Necessidades de Espaços Físicos

[Documentar a lista de espaços físicos necessários para implementar este Uso BIM específico.]

8.1.7. Necessidades de Recursos Humanos

[Documentar a lista de pessoas com competências indicadas para implementar este Uso BIM específico.]

8.1.8. Funções e Responsabilidades

[Documentar as funções e responsabilidades de todos os colaboradores diretamente envolvidos com a implementação deste Uso BIM específico.]

8.1.9. Programa de Educação e Formação

[Documentar as particularidades do programa de educação e formação introduzidas por este Uso BIM específico.]

8.2. [Restantes Usos BIM]

[Documentar os restantes Usos BIM que se pretendem implementar analogamente à secção anterior.]

8.3. Outros Anexos

[Anexar nesta secção documentos considerados pertinentes para implementar a metodologia BIM.]

7.2.4. PLANO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EM BIM

NOME DA ORGANIZAÇÃO

Plano de Execução do Projeto em BIM

Projeto:

[Nome do Projeto]

Versão 0.00

[Data]

Desenvolvido por:

[autores]

Sumário

[Redigir um texto introdutório ao Plano de Execução do Projeto em BIM que especifique qual o assunto deste documento a quem se dirige e como utilizá-lo.]

Índice

SUMÁRIO	261
ÍNDICE.....	262
1. INFORMAÇÃO DO PROJETO.....	263
3. PROCESSO DE EXECUÇÃO DO PROJETO EM BIM	266
4. CARATERIZAÇÃO DAS TROCAS DE INFORMAÇÃO	266
5. METODOLOGIA DE COLABORAÇÃO.....	266
6. REQUISITOS DA INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA.....	267
7. SISTEMA DE CONTROLO DA QUALIDADE	267
8. ANEXOS.....	269
8.1. TABELA DE ANÁLISE E REGISTO DOS USOS BIM	269
8.2. MAPA DE PROCESSOS BIM GLOBAL	269
8.3. MAPAS DE PROCESSOS BIM DETALHADOS	269
8.4. TABELA DE CARATERIZAÇÃO DAS TROCAS DE INFORMAÇÃO	269
8.5. OUTROS ANEXOS.....	269

1. Informação do Projeto

Nome do Projeto:

[Especificar o nome do Projeto]

Localização e endereço do Projeto:

[Especificar a localização e o endereço do Projeto. Incluir uma imagem do Google Maps.]

Descrição do Projeto:

[Redigir texto descritivo do tipo de Projeto em questão, tamanho, importância, e complexidade de execução.]

Informação adicional do Projeto:

[Redigir texto explicativo de eventuais informações e requisitos adicionais relativas à implementação da metodologia BIM no ciclo de vida do empreendimento.]

Nome e contato do cliente:

[Especificar o nome e contato do cliente/proprietário do Projeto do empreendimento]

Modalidade de Contratação:

[Especificar qual a modalidade de contratação acordada para a execução do Projeto.]

Faseamento do Projeto e Entidades Envolvidas:

[Preencher a tabela seguinte com as fases de Projeto previstas ou incluir possível diagrama de Gantt ou outro tipo de ferramenta. Especificar as entidades envolvidas na execução do Projeto em cada fase.]

Fase do Projeto	Data de Inicio Estimada	Data de Fim Estimada	Entidades Envolvidas
Programa Preliminar			
Programa Base			
Estudo Prévio e Anteprojeto			
Projeto de Execução			
Preparação da Construção			
Execução			
Exploração e Manutenção			

Contatos Relevantes:

[Listar os contatos principais das entidades intervenientes no Projeto, incluindo os indivíduos de cada Organização diretamente envolvidos na implementação BIM no Projeto]

Função	Organização	Nome do Contato	Localização	Correio Eletrónico	Telefone/Telemóvel

2. Objetivos do Projeto e Usos BIM

[Redigir resumo que descreva de que forma os modelos BIM e todos os dados reunidos ao longo do ciclo de vida do empreendimento podem ser usados para incrementar o seu valor.]

Objetivos:

[Incluir tabela como a seguinte que estabeleça prioridades aos objetivos de implementar o BIM no Projeto e liste os potenciais Usos BIM associados.]

Prioridade (Alta, Média ou Baixa)	Descrição dos Objectivos do Projecto	Potenciais Usos BIM

Usos BIM:

[Listar os Usos BIM a implementar no Projeto para cada fase do seu ciclo de vida]

Planeamento	Conceção	Construção	Operação e Manutenção
-------------	----------	------------	-----------------------

--	--	--	--

[Referenciar a Tabela de Análise e Registo de Usos BIM para o Projeto nos anexos do Plano de Execução do Projeto em BIM.]

3. Processo de Execução do Projeto em BIM

[Redigir texto que apresente particularidades relevantes do processo de execução BIM global e dos processos associados à implementação dos Usos BIM particulares. Referenciar o Mapa de Processos BIM Global e os Mapas de Processos BIM Detalhados de cada Uso BIM, constantes em anexo.]

4. Caracterização das Trocas de Informação

[Listar as trocas de informação que ocorrem no Processo de Execução do Projeto. Referenciar a Tabela de Caracterização das Trocas de Informação em Anexo. Preencher tabela com contatos dos responsáveis por implementar cada Uso BIM e por consequência por cada Troca de Informação.]

Uso BIM	Entidade Responsável	Nº de Colaboradores	Nº de horas estimadas de trabalho	Localização	Contato Principal

5. Metodologia de Colaboração

[Redigir texto que explique de que forma a Equipa de Projeto BIM irá colaborar, incluindo os meios de comunicação a utilizar, as ferramentas para transferir, gerir, e arquivar

documentos. Listar as reuniões previstas, incluindo a fase em que se realizam, a frequência e a localização.]

Meios de Comunicação:

Programa de Reuniões:

Reunião	Fase do Projeto	Frequência	Participantes	Localização

6. Requisitos da Infraestrutura Tecnológica

[Listar os requisitos de software e hardware para a implementar cada Uso BIM específico.]

Software:

Uso BIM	Disciplina (se aplicável)	Software	Versão

Hardware:

Uso BIM	Hardware	Proprietário do Hardware	Especificações Técnicas

7. Sistema de Controlo da Qualidade

[Registrar nesta secção as verificações preconizadas no sistema de controlo da qualidade para validar os modelos.]

Verificações	Definição	Parte Responsável	Software utilizado	Frequência
Visuais				
Interferência				
Precisão de Dados Extraídos do modelo BIM				
Deteção de Deficiências				
Deteção de problemas relacionados com a interoperabilidade				

8. Anexos

8.1. Tabela de Análise e Registo dos Usos BIM

[Incluir nesta secção a Tabela de Análise e Registo dos Usos BIM do Projeto.]

8.2. Mapa de Processos BIM Global

[Incluir nesta secção o Mapa de Processos BIM Global do Projeto]

8.3. Mapas de Processos BIM Detalhados

[Incluir nesta secção os Mapas de Processos BIM Detalhados de cada Uso BIM do Projeto.]

8.4. Tabela de Caracterização das Trocas de Informação

[Incluir nesta secção a Tabela de Caracterização das Trocas de Informação do Projeto.]

8.5. Outros Anexos

[Incluir nesta secção outros documentos considerados relevantes para no Planeamento da Execução do Projeto em BIM, tais como documentos contratuais, documentos legais, etc.]

7.2.5. TABELA DE ANÁLISE E REGISTO DE USOS BIM PARA PROJETO

[illegible]

7.2.6. TABELA DE CARATERIZAÇÃO DAS TROCAS DE INFORMAÇÃO

[illegible]

7.3. TABELA DE SOFTWARES BIM

Domínio da Indústria AECO	Nome do <i>software</i>
Arquitetura	<i>Autodesk Revit Architecture</i> <i>Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan Architecture,</i> <i>Gehry Technologies – Digital Project Designer</i> <i>Nemetschek Vectorworks Architect</i> <i>Bentley Architecture</i> <i>4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD)</i> <i>CADSoft Envisioneer</i> <i>Softtech Spirit</i> <i>RhinoBIM (BETA)</i>
Sustentabilidade	<i>Autodesk Ecotech Analysis</i> <i>Autodesk Green Building Studio</i> <i>Graphisoft EcoDesigner</i> <i>IES Solutions Virtual Environment VEPro</i> <i>Ebntley Tas Simulator</i> <i>Bentley Hevacomp</i> <i>DesignBuilder</i>
Estruturas	<i>Autodesk Revit Structure</i> <i>Bentley Strutural Modeler</i> <i>Bentley RAM</i> <i>STAAD and ProSteel</i> <i>Tekla Structures</i>

	<i>CypeCAD</i> <i>Graytec</i> <i>Advance Design</i> <i>StruttureSoft Metal Wood Framing</i> <i>NemetSchek Scia</i> <i>4MSA Strad and Steel</i> <i>Autodesk Robot Structural Analysis</i>
MEP	<i>Autodesk Revit MEP</i> <i>Bentley Hevacomp Mechanical Designer</i> <i>4MSA FinaHVAC+FineLIFT+FineELEC+FineSANI</i> <i>Gehry Technologies – Digital Project MEP Systems Routing</i> <i>CADMEP (CADduct/CADmech)</i>
Construção (Simulação, Estimativa e Análise do Processo Construtivo)	<i>Autodesk Navisworks</i> <i>Solibri Model checker</i> <i>Vico Office Suite</i> <i>Vela Field BIM</i> <i>BentleyConstrucSim</i> <i>Tekla BIMSight</i> <i>Glue (by Horizontal Systems)</i> <i>Synchro Professional</i> <i>Innovaya</i>
Facility Management	<i>Bentley Facilities</i> <i>FM: Systems FM: Interact</i> <i>Vintocon ArchiFM (For ArchiCAD)</i> <i>Onuma System</i>

	<i>EcoDomus</i>
--	-----------------

7.4. EXEMPLO (PARCIAL) DA TABELA DE REGISTO E ANÁLISE DE USOS

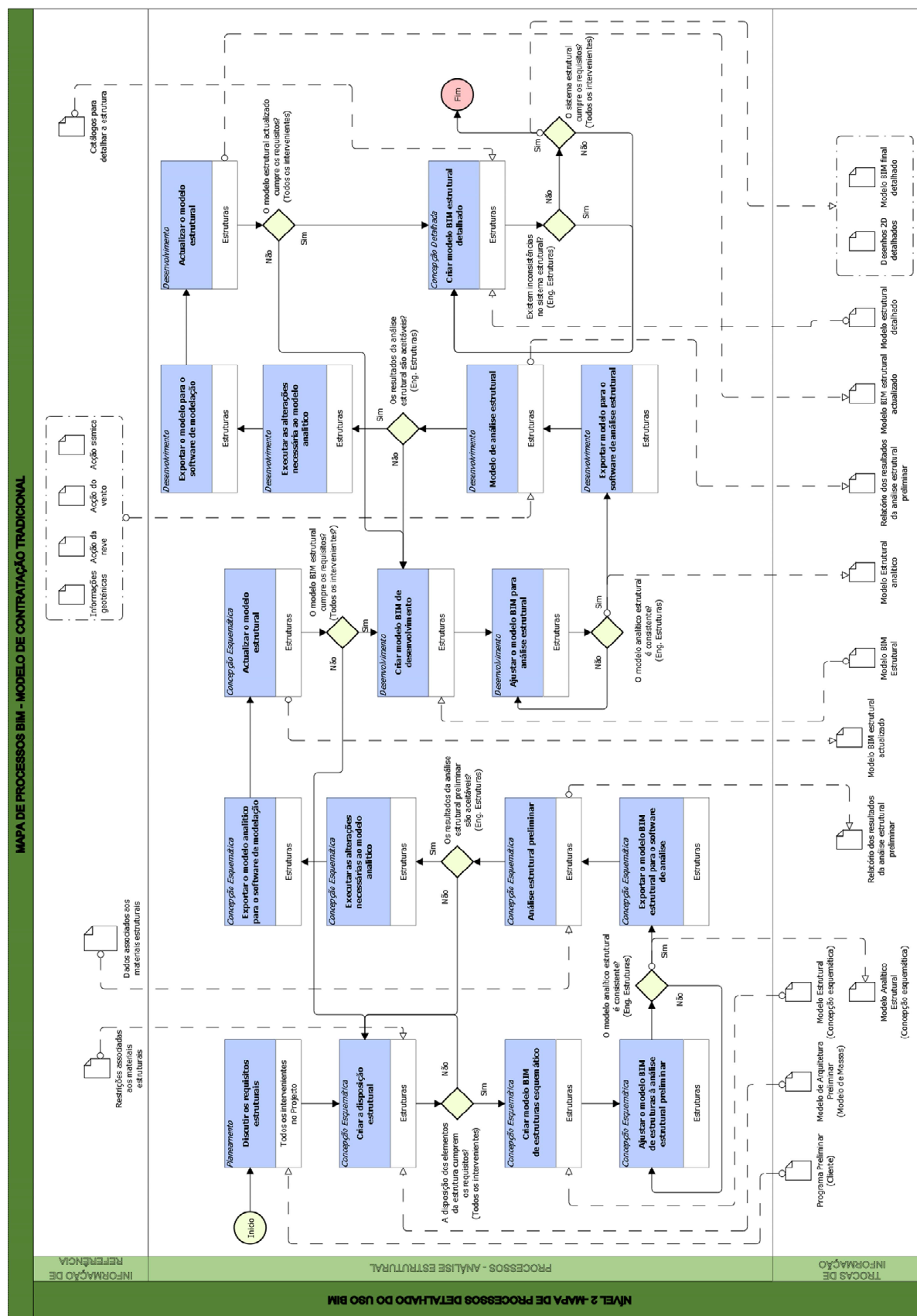
BIM PARA PROJETO

Usos BIM	Mais-valia para o Projecto	Parte Responsável					Recursos Adicionais	Notas	Proceder com a implementação
		Designação	Mais-valia para a Parte Responsável	Classificação das capacidades					
	Alta/Média/Baixa		Alta/Média/Baixa	Escala de 1 - 3 (1 = baixa)					SIM/NÃO/TALVEZ
				Recursos	Competência	Experiência			
Gestão Documental (<i>Record Modelling</i>)	Alta	Empreiteiro	Média	2	2	2			SIM
		Facility Manager	Alta						
Estimativa de Custos	Média	Empreiteiro	Alta	2	1	1			NÃO
		Eng. Estruturas	Média	2	2	3			
Modelação 4D	Alta	Empreiteiro	Alta	3	2	2	Necessária formação nos softwares mais recentes. Necessárias infraestruturas	Mais-valia para o empreiteiro devido a complicações no faseamento.	SIM
Coordenação 3D	Alta	Empreiteiro	Média	2	2	2	Necessário converter ficheiros para a fabricação digital		TALVEZ
		SubEmpreiteiro	Média	1	3	3			
Revisão de projecto	Média	Arquitecto	Baixa	1	2	1		Revisão do modelo inicial, sem necessidade de detalhamento.	NÃO

7.5. EXEMPLO DE UM MAPA DE PROCESSOS BIM GLOBAL DE UM PROJETO



7.6. EXEMPLO DE UM MAPA DE PROCESSOS BIM DETALHADO DO USO
BIM ANÁLISE ESTRUTURAL.



7.7. EXEMPLO (PARCIAL) DE UMA TABELA DE CARATERIZAÇÃO DAS
TROCAS DE INFORMAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DAS TROCAS DE INFORMAÇÃO																					
Título do USO BIM					Modelação				Análise do Local						Análise Estrutural		Orçamentação				
Tipo de Troca de Informação (Input/Output)					OUTPUT				INPUT						INPUT		INPUT				
Fase de ocorrência da troca (Planeamento, Conceção esquemática, Desenvolvimento)					D. Conceptual				D. Conceptual						D. Conceptual		D. Conceptual				
Disciplinas dos Modelos BIM envolvidos					Modelo Arq.		Modelo Estr.		Modelo do Local		Modelo Arq.		Modelo Estr.		Modelo Estr.		Modelo Arq.		Modelo Estr.		
Software Receptor do Modelo BIM					RVT 2014		RVT 2013		CAD		RVT 2014		RVT 2013		RVT 2013		RVT 2014		RVT 2013		
Formato do Ficheiro do Modelo BIM					IFC 2x3		IFC 2x3		IFC 2x3		IFC 2x3		IFC 2x3		IFC 2x3		IFC 2x3		IFC 2x3		
		Características de concepção do Modelo BIM			Requisitos da informação				Requisitos da informação						Requisitos da informação		Requisitos da informação				
Model Element Breakdown Structure		Elemento incluído (Sim/Não)	Elemento de Arquitetura (Sim/Não)	Elemento Estrutural (Sim/Não)	Fonte	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável	LOD	Parte Responsável
12 Building Elements																					
121 Foundations																					
1211 Column Footings		Sim		Sim	Base Dados			300	Estruturas					200	Estruturas	300	Estruturas			200	Estruturas
1211 Pile Footings																					
1211 Wall Footings		Sim		Sim	Base Dados			300	Estruturas					200	Estruturas	300	Estruturas			200	Estruturas
1212 Enclosure Walls																					
1212 Foundation columns																					
1212 Foundation Beams		Sim		Sm	Base Dados			300	Estruturas					200	Estruturas	300	Estruturas			200	Estruturas
1219 Special Foundations																					
122 Ground Floors																					
1221 Ground Floor Slabs		Sim	Sim	Sim	Base Dados	200	Arquitetura	300	Estruturas			100	Arquitetura	200	Estruturas	300	Estruturas			200	Estruturas
1222 Ground Floor Ducts																					
1222 Ground Floor Ducts, grates, covers, hatches, etc																					